



## ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

Δημήτριος Πουλιέζος  
Αρχιπλοίαρχος Π.Ν.(ε.α.)



**ΣΝΔ 2005**  
Ανατύπωση 2008



Το ραντάρ αναπτύχθηκε υπό την πίεση του 2<sup>ου</sup> Παγκοσμίου Πολέμου τόσο από τους Βρετανούς όσο και από τους Γερμανούς, αρχικά για έγκαιρη προειδοποίηση αεροπορικών επιδρομών. Εκτεταμένες αλυσίδες επίγειων σταθμών ραντάρ είχαν εγκατασταθεί πριν από την έναρξη του πολέμου και λειτούργησαν στην Αγγλία και στην κατεχόμενη Ευρώπη από τους Γερμανούς, καθ' όλη την διάρκειά του. Η χαμηλή συχνότητα λειτουργίας των πρώτων ραντάρ (της τάξεως των MHz), επέβαλε την χρησιμοποίηση κεραιών με υπερμεγέθεις διαστάσεις, σταθερά εγκατεστημένων στο έδαφος. Ως εκ τούτου επιτηρούσαν τμήμα μόνο του εναέριου χώρου.

Η ανακάλυψη της λυχνίας 'magnetron', στις αρχές του 1940, άνοιξε τον δρόμο σε υψηλότερες συχνότητες (της τάξεως των GHz), μικρότερα βάρη, μικρότερο όγκο συσκευών και περιστρεφόμενες κεραιές για περιφερειακή έρευνα ορίζοντα. Το γεγονός αυτό, επέτρεψε την εγκατάσταση συσκευών ραντάρ σε πολεμικά πλοία, για στοχοποίηση και διεύθυνση βολής. Λίγο πριν από το τέλος του πολέμου, σχεδόν όλα τα πολεμικά πλοία κρούσεως και τα υποβρύχια των συμμάχων, είχαν εξοπλιστεί με συσκευές ραντάρ. Οι συσκευές αυτές εκτός από την κύρια χρησιμοποίησή τους στις συμπλοκές με τον εχθρό, απλούστευσαν κατά πολύ τα προβλήματα της ναυσιπλοΐας, καθόσον για πρώτη φορά αποκτήθηκε η δυνατότητα εντοπισμού υπό συνθήκες πλήρους σκότους ή και ομίχλης.

Το 1960 ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (International Maritime Organization (IMO)) εξέδωσε διάταξη υπό μορφή συστάσεως, για εγκατάσταση συσκευής ραντάρ στα εμπορικά πλοία. Το 1974, η εγκατάσταση συσκευής ραντάρ, κατέστη υποχρεωτική για ορισμένης χωρητικότητας και τύπου εμπορικά πλοία. Στη συνέχεια, επεκτάθηκε η υποχρέωση εγκαταστάσεως συσκευής ραντάρ σε ακόμα μικρότερης χωρητικότητας πλοία, αλλά και η εγκατάσταση δύο (2) συσκευών ραντάρ σε μεγαλύτερης χωρητικότητας πλοία.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας προσέφερε, από τις αρχές της δεκαετίας του 1970, την δυνατότητα αυτομάτου παρακολουθήσεως στόχων κατά την ανίχνευση (track while scan (TWS)), η οποία επέτρεψε στα συστήματα μάχης των πολεμικών πλοίων, την επίλυση προβλήματος διευθύνσεως βολής εναντίον στόχων επιφανείας με ραντάρ έρευνας. Η τεχνολογία αυτή, υιοθετήθηκε από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 και στα ναυτιλιακά ραντάρ με σύστημα αυτόματου παρακολουθήσεως στόχων (Automatic Radar Plotting Aids (ARPA)) κυρίως για αποφυγή συγκρούσεων. Το 1983 ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO), όρισε ένα πλαίσιο, σύμφωνα με το οποίο διάφοροι τύποι εμπορικών πλοίων, αναλόγως μεγέθους (άνω των 10.000 κοχ), υποχρεώθηκαν να εξοπλιστούν με συσκευές ραντάρ - ARPA, μέσα σε μία χρονική περίοδο, η οποία έληξε την 1-9-1988.

Οι νεότερης τεχνολογίας συσκευές ραντάρ - ARPA προσφέρουν πληθώρα δυνατοτήτων και εμφανίζουν πληροφορίες οι οποίες πολλές φορές δεν διερμηνεύονται έγκαιρα και σωστά από τους χειριστές, με αποτέλεσμα κατά τον πλου σε περιορισμένα ύδατα, με χαμηλή ορατότητα ή και με μεγάλη ναυτιλιακή κίνηση, να εγκυμονούνται κίνδυνοι ατυχημάτων. Στις εκθέσεις των ανακριτικών επιτροπών, σε πλείστες περιπτώσεις ναυτικών ατυχημάτων, διαπιστώνεται, είτε άγνοια χρησιμοποίησεως της συσκευής, είτε λανθασμένη διερμηνύση της εικόνας της, είτε υπερβολική εμπιστοσύνη στην συσκευή.

Το παρόν εκπαιδευτικό εγχειρίδιο με τον τίτλο 'ΝΑΥΤΙΛΙΑΚΑ ΡΑΝΤΑΡ με ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΕΩΣ ΣΤΟΧΩΝ (ARPA)', εκδόθηκε σύμφωνα με την διαταγή ΓΕΝ/Β2/Ι Φ. 352/4/04/Α.Σχ. 217/30-1-2004 για κάλυψη εκπαιδευτικών αναγκών της ΣΝΔ.

Το εγχειρίδιο καλύπτει πλήρως τις απαιτήσεις των προτύπων ναυτικής εκπαίδευσης του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO) για το υπόψη αντικείμενο, οι οποίες έχουν υιοθετηθεί από πολλές χώρες για την εκπαίδευση των Αξιωματικών του Πολεμικού Ναυτικού τους. Προς τούτο η δομή και το περιεχόμενο του εγχειριδίου ακολουθεί κατά βάση τον οδηγό σπουδών του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), 'Radar Navigation, Radar Plotting and Use of ARPA' (IMO model course 1.07). Εν τούτοις όπου κρίθηκε απαραίτητο, εκτίθεται εκτενέστερη τεκμηρίωση για καλύτερη εμπέδωση αρχών οι οποίες πέραν της ναυτιλιακής εφαρμογής των, χρησιμοποιούνται και στα συστήματα συλλογής και επεξεργασίας πληροφοριών μάχης, στα οποία το ραντάρ - ARPA είναι ολοκληρωμένο ως ένας επί πλέον αισθητήρας (sensor) εντοπισμού και παρακολουθήσεως στόχων επιφανείας.

Η ύλη του εγχειριδίου κατανέμεται σε επτά (7) κεφάλαια ως εξής:

- Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Βασικές Αρχές Λειτουργίας Συσκευής ραντάρ.  
Εξετάζει, την λειτουργία των βασικών μονάδων μιας συσκευής ραντάρ, πως οι πληροφορίες ραντάρ αποκτώνται και εμφανίζονται, ποια είναι τα χαρακτηριστικά των ενδεικτών αναλογικής και ψηφιακής τεχνολογίας, ποιες είναι βασικές παράμετροι ραντάρ, πως επηρεάζονται οι επιδόσεις του ραντάρ από τις παραμέτρους του, τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και τα καιρικά φαινόμενα, ποια είναι τα χαρακτηριστικά των στόχων τα οποία μεγιστοποιούν την πιθανότητα εντοπισμού τους, πως σχηματίζονται και αναγνωρίζονται οι ψευδοηχώ και οι ανεπιθύμητες επιστροφές και πως αυτές αντιμετωπίζονται.
- Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Ρυθμίσεις  
Εξηγεί πως πρέπει να γίνονται οι ρυθμίσεις για βέλτιστη εικόνα, ποιοι είναι οι έλεγχοι οι οποίοι πιστοποιούν τις επιδόσεις της συσκευής, ποιοι είναι οι διάφοροι τρόποι παρουσιάσεως της εικόνας ραντάρ, ποιες είναι οι πλέον ενδεδειγμένες ρυθμίσεις για συγκεκριμένες συνθήκες πλου και ναυτιλιακής κινήσεως, ποιο είναι το αποτέλεσμα το οποίο έχουν στις ενδείξεις, οι αλλαγές πορείας / ταχύτητας πλοίου και στόχου, ποια είναι τα σφάλματα μετρήσεων και με ποιους τρόπους λαμβάνονται ακριβείς μετρήσεις.
- Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Υποτύπωση με ραντάρ  
Εξηγεί πως η συστηματική παρατήρηση στόχων οδηγεί στην ανάλυση της κινηματικής τους συμπεριφοράς, πως εκτελείται η υποτύπωση σε σχετική και αληθή κίνηση σε αβάκιο χειρισμών και σε ανακλαστικό υποτυπωτή, πως λειτουργεί το anti-collision radar και τα ημιαυτόματα συστήματα υποτυπώσεως και ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την ακρίβεια της υποτυπώσεως.
- Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Χρησιμοποίηση ραντάρ για Ασφαλή Ναυσιπλοία  
Εξηγεί πως χρησιμοποιείται το ραντάρ στην φάση προσεγγίσεως σε ακτές και στην ακτοπλοία, πως λαμβάνονται στίγματα με ραντάρ, πως λειτουργούν και πως χρησιμοποιούνται οι παθητικοί και ενεργητικοί ανακλαστήρες ραντάρ και πως εκτελείται η τυφλή πλοήγηση με ραντάρ σε ενδείκτη σχετικής και αληθούς κινήσεως.
- Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Χρησιμοποίηση ραντάρ για Αποφυγή Συγκρούσεων  
Εξηγούνται όσοι από τους Κανονισμούς προς Αποφυγή Συγκρούσεων (COLREGS) έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με την χρήση ραντάρ.
- Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup>: Συστήματα Αυτομάτου Υποτυπώσεως (ARPA)  
Εξηγείται πως το σύστημα ARPA αποκτά και παρακολουθεί στόχους για να προσδιορίσει την κινηματική τους συμπεριφορά, ποιες ελάχιστες απαιτήσεις πρέπει να εκπληρώνει ένα σύστημα ARPA προς συμμόρφωση με τις προδιαγραφές του Διεθνούς Ναυτιλιακού Οργανισμού (IMO), ποια είναι η ακρίβεια των υπολογιζόμενων στοιχείων και ποιες επί πλέον των προδιαγραφών δυνατότητες προσφέρονται στις νέες τεχνολογίας συσκευές ARPA.
- Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup>: Χρησιμοποίηση Δυνατοτήτων Αυτομάτου Υποτυπώσεως (ARPA)  
Εξηγείται πως, με τις δυνατότητες της συσκευής ARPA, είναι δυνατόν να εκτιμηθεί εάν εξελίσσεται επικίνδυνη κατάσταση συγκρούσεως, να κατανοηθεί η γεωμετρία της πιθανής εμπλοκής και να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα ενός χειρισμού αποφυγής συγκρούσεως. Εξηγούνται ποια είναι τα πιθανά σφάλματα της συσκευής και οι κίνδυνοι από την υπερβολική εμπιστοσύνη στην συσκευή.

Τα σχήματα του εγχειριδίου προέρχονται κατά κανόνα από διασκευή και προσαρμογή επιλεγμένων από την αναφερόμενη στο τέλος βιβλιογραφία, σχημάτων και διαγραμμάτων.

Πιστεύεται ότι το εγχειρίδιο αυτό θα φανεί χρήσιμο όχι μόνο στους Μαχίμους Ναυτικούς Δοκίμους, αλλά και σε όλους τους Μάχιμους Αξιωματικούς ΠΝ, οι οποίοι εκτελούν υπεύθυνη φυλακή γέφυρας, με την πεποίθηση ότι θα προάγει την ασφάλεια της ναυσιπλοίας και θα συμβάλει στην αποφυγή ατυχημάτων.

## Πίνακας Περιεχομένων

<b>Κεφάλαιο 1: Βασικές Αρχές Λειτουργίας Συσσκευής Ραντάρ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Μετρήσεις ραντάρ.....	2
1.2.1 Μέτρηση αποστάσεως.....	2
1.2.2 Μέτρηση διοπτύσεως.....	3
1.3 Μονάδες του ραντάρ.....	3
1.3.1 Πομπός.....	3
1.3.2 Κεραία.....	5
1.3.3 Μίκτης και δέκτης.....	7
1.3.4 Ενδείκτης.....	8
1.4 Βασικές παράμετροι ραντάρ και συνυφασμένες επιδόσεις.....	20
1.4.1 Συχνότητα και μήκος κύματος.....	20
1.4.2 Συχνότητα επαναλήψεως παλμών και διάρκεια παλμού.....	22
1.4.3 Ισχύς πομπού.....	26
1.4.4 Παράμετροι κεραίας.....	27
1.4.5 Εξίσωση ραντάρ.....	31
1.4.6 Μέγεθος και σχήμα της ηχώ στον ενδείκτη.....	32
1.4.7 Διακρίβωση αποστάσεως και διοπτύσεως.....	35
1.5 Εξωτερικοί παράγοντες επηρεάζοντες τις επιδόσεις ραντάρ.....	37
1.5.1 Ορίζοντας ραντάρ.....	37
1.5.2 Επίδραση μεταβολής δείκτη διαθλάσεως.....	39
1.5.3 Επίδραση χαρακτηριστικών ανακλαστικής επιφάνειας στόχων.....	40
1.5.4 Θαλάσσιες επιστροφές (sea clutter).....	41
1.5.5 Επιστροφές από καιρικά φαινόμενα (rain clutter).....	42
1.5.6 Εγκατάσταση της κεραίας.....	43
1.6 Ψευδοηχώ και παραπλανητικές επιστροφές.....	44
1.6.1 Έμμεσες ηχώ (indirect echoes) από εμπόδια επί πλοίου.....	45
1.6.2 Έμμεσες ηχώ (indirect echoes) από εξωτερικά εμπόδια.....	45
1.6.3 Πολλαπλές ηχώ (multiple echoes).....	46
1.6.4 Ψευδοηχώ από πλευρικούς λοβούς (side echoes).....	46
1.6.5 Ψευδοηχώ από αλληλο-παρεμβολές (radar-to-radar interference).....	47
1.6.6 Ψευδοηχώ από ηλεκτροφόρους αγωγούς.....	47
1.6.7 Ηχώ second-trace.....	48
1.7 Αντιμετώπιση παρασιτικών επιστροφών.....	50
1.7.1 Γραμμικός ενισχυτής (linear amplifier).....	50
1.7.2 Αντιμετώπιση θαλασσίων επιστροφών (sea clutter) – κύκλωμα STC.....	51
1.7.3 Λογαριθμικός ενισχυτής (log amplifier).....	52
1.7.4 Αντιμετώπιση επιστροφών από καιρικά φαινόμενα (rain clutter) – κύκλωμα FTC.....	54
1.7.5 Αυτόματη απόρριψη παρασιτικών επιστροφών (προσαρμοζόμενο κέρδος (adaptive gain)).....	55
1.7.6 Απόρριψη τυχαίων παρασιτικών επιστροφών.....	56
1.7.7 Αντιμετώπιση ηχώ second trace.....	57
1.8 Αποστάσεις ασφαλείας – Κίνδυνοι και προφυλάξεις από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία – Προδιαγραφές IMO.....	57
1.8.1 Αποστάσεις ασφαλείας.....	57
1.8.2 Κίνδυνοι και προφυλάξεις από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.....	57
1.8.3 Προδιαγραφές IMO.....	58

**Κεφάλαιο 2: Ρυθμίσεις .....59**

2.1 Εισαγωγή.....	59
2.2 Κομβία ελέγχου και λοιπές ευκολίες .....	59
2.2.1 Βασικοί διακόπτες και ρυθμιστές.....	59
2.2.2 Ευκολίες για την μέτρηση διοπτύσεων και αποστάσεων .....	61
2.2.3 Διακόπτες ελέγχου αληθούς κινήσεως (true motion).....	64
2.2.4 Ευκολίες υποτυπώσεως.....	65
2.2.5 Ίχνη απονέρων.....	65
2.3 Ενεργοποίηση .....	66
2.4 Ρυθμίσεις εικόνας.....	67
2.4.1 Ρύθμιση λαμπρότητας (BRILLIANCE):.....	67
2.4.2 Ρύθμιση εστίασεως (FOCUS):.....	67
2.4.3 Ρύθμιση του κέντρου της σαρώσεως:.....	67
2.4.4 Ευθυγράμμιση γραμμής πλήρης.....	68
2.5 Ρυθμίσεις για βέλτιστη εικόνα σε αναλογικούς ενδείκτες.....	68
2.5.1 Ρύθμιση απολαβής ενισχύσεως (GAIN).....	69
2.5.2 Ρύθμιση συντονισμού (TUNING).....	70
2.6 Ρυθμίσεις για βέλτιστη εικόνα σε συνθετικούς ενδείκτες .....	70
2.6.1 Ρύθμιση αντιθέσεως (CONTRAST) .....	70
2.6.2 Ρύθμιση απολαβής ενισχύσεως (GAIN).....	71
2.6.3 Ρύθμιση συντονισμού (TUNING).....	72
2.7 Κυκλώματα ελέγχου επιδόσεων (PERFORMANCE MONITOR).....	72
2.8 Έλεγχος θαλασσιών επιστροφών (SEA CLUTTER) .....	73
2.9 Έλεγχος επιστροφών από καιρικά φαινόμενα (RAIN CLUTTER) .....	75
2.10 Αυτόματη απόρριψη παρασιτικών επιστροφών (AUTO CLUTTER) .....	76
2.11 Αλλαγές κλίμακας ή και διάρκειας παλμού.....	76
2.12 Επιμήκυνση ηχώ (ECHO STRETCH).....	77
2.13 Κατάσταση ετοιμότητας (STAND BY) .....	78
2.14 Αληθής κίνηση (TRUE MOTION) .....	78
2.14.1 Ρύθμιση για παρουσίαση αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το νερό .....	78
2.14.2 Ρύθμιση για παρουσίαση αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό.....	79
2.15 Προσανατολισμός εικόνας ραντάρ.....	79
2.15.1 Προσανατολισμός με την πλήρη άνω (HEAD UP (un-stabilized)).....	80
2.15.2 Προσανατολισμός με τον βορρά άνω (NORTH UP (stabilized)) .....	81
2.15.3 Προσανατολισμός με την πορεία άνω (COURSE UP (stabilized)).....	82
2.15.4 Σύγκριση προσανατολισμών εικόνας ραντάρ.....	83
2.16 Παρουσίαση εικόνας .....	84
2.16.1 Σχετική κίνηση (RELATIVE MOTION).....	84
2.16.2 Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το νερό (TRUE MOTION-sea stabilized).....	84
2.16.3 Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό (TRUE MOTION-ground stabilized).....	85
2.16.4 Σύγκριση παρουσιάσεων εικόνας .....	86
2.17 Μετρήσεις και σφάλματα μετρήσεων αποστάσεως .....	88
2.18 Μετρήσεις και σφάλματα μετρήσεων διοπτύσεως.....	91

**Κεφάλαιο 3: Υποτύπωση με Ραντάρ.....95**

3.1 Εισαγωγή.....	95
3.2 Αβάκιο χειρισμών .....	95
3.2.1 Σχετική υποτύπωση στο αβάκιο χειρισμών .....	97
3.2.2 Αληθής υποτύπωση στο αβάκιο χειρισμών .....	103
3.2.3 Εκτίμηση ελικτικών στοιχείων στην υποτύπωση .....	105
3.3 Υποτύπωση σε ανακλαστικό υποτυπωτή (reflection plotter).....	105
3.3.1 Υποτύπωση σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως.....	105

3.3.2 Υποτύπωση σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως.....	106
3.3.3 Υποτύπωση σε δύο ενδείκτες .....	106
3.4 Anti-collision radar.....	107
3.5 Συστήματα χειροκινήτου υποτυπώσεως.....	108
3.6 Παράγοντες επηρεάζοντες την ακρίβεια της υποτυπώσεως.....	108
3.6.1 Ακρίβεια διοπτρεύσεων και αποστάσεων.....	109
3.6.2 Ακρίβεια στην πορεία και ταχύτητα του πλοίου .....	109
3.6.3 Ακρίβεια στο χρονικό διάστημα μεταξύ των παρατηρήσεων.....	109
3.6.4 Ακρίβεια CPA .....	109
3.7 Άλλα ζητήματα αφορώντα την υποτύπωση.....	110
3.8 Επίλυση προβλημάτων σχετικής κινήσεως τριγωνομετρικά .....	111
3.8.1 Επανάληψη τριγωνομετρίας.....	111
3.8.2 Επίλυση τριγώνου σχετικής κινήσεως.....	112

## **Κεφάλαιο 4: Χρησιμοποίηση Ραντάρ για Ασφαλή Ναυσιπλοία ..... 115**

4.1 Εισαγωγή.....	115
4.2 Φάση προσγειώσεως.....	116
4.3 Φάση ακτοπλοΐας .....	118
4.3.1 Εκτέλεση στιγμάτων.....	120
4.3.2 Ανακλαστήρες ραντάρ.....	122
4.3.3 Ενεργητικοί ραδιοσημαντήρες .....	124
4.4 Τυφλή πλοήγηση με παράλληλες γραμμές .....	128
4.4.1 Εισαγωγή.....	128
4.4.2 Ρυθμίσεις ραντάρ .....	128
4.4.3 Τυφλή πλοήγηση σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως.....	129
4.3.4 Αγκυροβολία δια της μεθόδου τυφλής πλοήγησης σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως .....	135
4.4.5 Τυφλή πλοήγηση σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως.....	136
4.4.6 Άλλα ζητήματα σχετικά με την μέθοδο των παραλλήλων γραμμών.....	137

## **Κεφάλαιο 5: Χρησιμοποίηση Ραντάρ για Αποφυγή Συγκρούσεων ..... 139**

5.1 Το ραντάρ και οι κανονισμοί προς αποφυγή συγκρούσεων .....	139
5.2 Σχετικοί με την χρήση ραντάρ κανόνες των COLREGS 72.....	140
5.2.1 Επιτήρηση (lookout) – κανόνας 5.....	140
5.2.2 Ασφαλής ταχύτητα (safe speed) – κανόνας 6.....	141
5.2.3 Κίνδυνοι συγκρούσεως (risk of collision) – κανόνας 7 .....	143
5.2.4 Χειρισμοί προς αποφυγή συγκρούσεως – κανόνας 8.....	147
5.2.5 Διαγωγή πλοίων υπό περιορισμένη ορατότητα - κανόνας 19 .....	151
5.2.6 Ευθύνη – κανόνας 2 .....	153
5.3 Αναφορές μέσω ραδιοτηλεφωνίας .....	153
5.4 Θέμα προς μελέτη: Σύγκρουση μεταξύ πλοίων ANTONIA-B και ILONA-G .....	155
5.4.1 Εισαγωγή.....	155
5.4.2 Ιστορικό.....	155
5.4.3 Διδάγματα.....	157

## **Κεφάλαιο 6: Συστήματα Αυτομάτου Υποτυπώσεως (ARPA)..... 159**

6.1 Εισαγωγή.....	159
6.2 Απόκτηση στόχου .....	160
6.2.1 Προδιαγραφές για την απόκτηση στόχου .....	160
6.3 Παρακολούθηση στόχου.....	163

6.3.1 Προδιαγραφές παρακολουθήσεως στόχων .....	163
6.3.2 Τεχνική RATE AIDING .....	164
6.3.3 Αριθμός παρακολουθούμενων στόχων .....	165
6.3.4 Απώλεια στόχου .....	165
6.3.5 Αντιμετάθεση ιχνών (target swap) .....	166
6.3.6 Ακρίβεια παρακολουθήσεως .....	166
6.3.7 Αλγόριθμοι παρακολουθήσεως στόχων .....	168
6.4 Ιστορικό κινήσεως ιχνών .....	170
6.5 Ανύσματα .....	171
6.5.1 Σχετικά ανύσματα .....	172
6.5.2 Αληθή ανύσματα .....	172
6.6 Δοκιμαστικός χειρισμός αποφυγής συγκρούσεως (trial manoeuvre).....	173
6.7 Ενδείκτης ARPA .....	175
6.7.1 Διαθεσιμότητα εικόνας ραντάρ στην περίπτωση βλάβης ARPA .....	175
6.7.2 Κλίμακες .....	175
6.7.3 Αληθής / σχετική κίνηση .....	175
6.7.4 Στοιχεία ARPA να μη αποκρύπτουν την εικόνα ραντάρ .....	176
6.7.5 Ρύθμιση λαμπρότητας πληροφοριών ARPA.....	176
6.7.6 Δυνατότητα προσβάσεως στον ενδείκτη .....	176
6.7.7 Χρήση marker για μετρήσεις διοπτύσεως και αποστάσεως .....	176
6.7.8 Επιπτώσεις από την αλλαγή κλίμακας .....	176
6.7.9 Εμφάνιση πληροφοριών σε μορφή κειμένου (alphanumeric data) .....	177
6.8 Προειδοποιήσεις και καταστάσεις κινδύνου .....	177
6.8.1 Παραβίαση ζώνης επιτηρήσεως.....	177
6.8.2 Παραβίαση CPA/TCPA .....	178
6.8.3 Απώλεια στόχου (lost target).....	178
6.8.4 Έλεγχοι λειτουργίας και σχετικές προειδοποιήσεις .....	178
6.9 Διασυνδέσεις με άλλες συσκευές .....	179
6.10 Επιπρόσθετες δυνατότητες ARPA.....	179
6.10.1 Γενικά .....	179
6.10.2 Επιπρόσθετες προειδοποιήσεις και καταστάσεις κινδύνου .....	179
6.10.3 Απόκρυψη ανυσμάτων ακίνδυνων στόχων.....	180
6.10.4 Αυτόματη σταθεροποίηση εικόνας ως προς τον βυθό (automatic ground-stabilization) .....	180
6.10.5 Αναπαράσταση χαρτών και χάραξη γραμμών ναυσιπλοΐας .....	182
6.10.6 Πιθανό σημείο συγκρούσεως και περιοχή επικίνδυνης προσεγγίσεως .....	183

## **Κεφάλαιο 7: Χρησιμοποίηση Δυνατοτήτων Αυτομάτου Υποτυπώσεως (ARPA) ..... 187**

7.1 Εισαγωγή.....	187
7.2 Ρυθμίσεις.....	187
7.3 Σύμβολα ARPA .....	188
7.4 Απαίτηση για υποτύπωση στόχων .....	188
7.4.1 Εκτίμηση επικίνδυνης προσεγγίσεως .....	189
7.4.2 Κατανόηση της γεωμετρίας πιθανής εμπλοκής .....	189
7.4.3 Αξιολόγηση αποτελεσματικότητας χειρισμού αποφυγής συγκρούσεως.....	190
7.4.4 Επανάκτηση της προηγούμενης πορείας / ταχύτητας .....	191
7.5 Σφάλματα ARPA.....	191
7.5.1 Σφάλματα αληθούς κινήσεως .....	191
7.5.2 Σφάλματα εξομαλύνσεως.....	192
7.5.3 Σφάλματα από λανθασμένη διερμηνυση .....	192
7.5.4 Καθυστερήσεις στους υπολογισμούς (processing delays).....	193
7.6 Κίνδυνοι από την υπερβολική εμπιστοσύνη στις συσκευές ARPA.....	193
7.7 Συμπεράσματα.....	194
7.8 Θέμα προς μελέτη: Σύγκρουση μεταξύ NORWEGIAN DREAM και EVER DECENT.....	194



---

7.8.1 Εισαγωγή.....	194
7.8.2 Ιστορικό.....	194
7.8.3 Διδάγματα.....	196

<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>199</b>
---------------------------	------------



# Κεφάλαιο 1

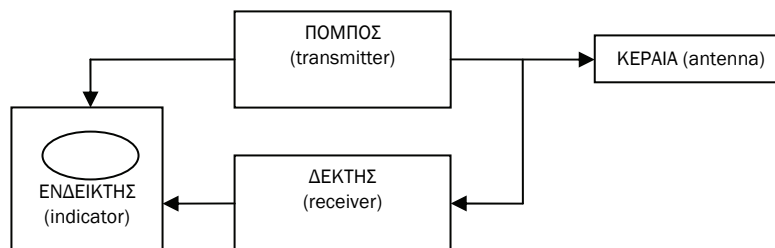
## Βασικές Αρχές Λειτουργίας Συσσκευής Ραντάρ

### 1.1 Εισαγωγή

Η λέξη 'radar' προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων 'Radio Detection and Ranging' (σημαίνει 'ραδιοεντοπισμός και διαστημομέτρηση'). Το ραντάρ είναι μία ηλεκτρονική συσκευή, η οποία επιτρέπει να γίνονται αντιληπτά αντικείμενα, πολλές φορές όχι ορατά με γυμνό οφθαλμό. Με το ραντάρ γίνονται αντιληπτά αντικείμενα πέραν του οπτικού ορίζοντα και προσδιορίζεται με μεγάλη ακρίβεια η θέση τους. Η ικανότητα αυτή του ραντάρ, δεν περιορίζεται από το σκότος και τις καιρικές συνθήκες, όπως ομίχλη, βροχή, χιόνι, καπνός κοκ, τουλάχιστον σε όσο βαθμό περιορίζεται η ανθρώπινη όραση.

Το ραντάρ, δεν υποκαθιστά την ανθρώπινη όραση, αλλά σε πολλές περιπτώσεις την υπερβάλλει. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι πρέπει να έχει κανείς τυφλή εμπιστοσύνη στο ραντάρ, γιατί τότε παρά την αξιοπιστία του, καθίσταται επικίνδυνο. Αντίθετα πρέπει κανείς να διευρύνει την όρασή του με το ραντάρ, δια της ανιχνεύσεως αντικειμένων, μη δυναμένων να γίνουν αντιληπτά με άλλον τρόπο. Το ραντάρ κατά κανόνα απεικονίζει ένα κατά προσέγγιση σχήμα και μέγεθος των αντικειμένων, χωρίς να διακρίνει λεπτομέρειες και χρώμα όπως ο ανθρώπινος οφθαλμός. Πάντως παρέχει τόσο χρήσιμες πληροφορίες, οι οποίες εάν χρησιμοποιούνται σωστά, συμβάλλουν τα μέγιστα στην ασφάλεια της ναυσιπλοΐας και στην αποφυγή των συγκρούσεων.

Το ραντάρ προσομοιάζει με ένα προβολέα, αλλά αντί με ορατό φως, λειτουργεί με ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Κατά βάση συνίσταται από ένα πομπό (transmitter), ένα δέκτη (receiver), μία κεραία (antenna ή scanner) και έναν ενδείκτη (indicator) όπως στο σχήμα 1-1.



Σχήμα 1-1: Βασική αρχή λειτουργίας ραντάρ

Ο πομπός παράγει ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, η οποία υπό μορφή ραδιοσυχνότητας, οδηγείται στην κεραία. Η κεραία ακτινοβολεί την ενέργεια στον χώρο. Ένα μικρό ποσοστό της ακτινοβολούμενης ενέργειας προσπίπτει έστω σε έναν στόχο. Ο στόχος απορροφά μικρό ποσοστό, ενώ το υπόλοιπο αντανακλάται προς πολλές κατευθύνσεις. Ένα ακόμη μικρότερο ποσοστό της ενέργειας η οποία αντανακλάται από τον στόχο, με την σειρά του συλλαμβάνεται από την ίδια κεραία και οδηγείται προς τον δέκτη. Ο δέκτης αναδεικνύει την παρουσία του στόχου, μέσω οπτικής ενδείξεως στον ενδείκτη.

Η ισχύς των ανακλάσεων εξαρτάται από το μέγεθος των στόχων, το σχήμα τους, την ηλεκτρική τους αγωγιμότητα καθώς και από άλλα στοιχεία τα οποία εξετάζονται στο παρόν κεφάλαιο. Τα περισσότερα πάντως φυσικά αντικείμενα όπως το έδαφος, τα όρη, δίδουν χρήσιμες επιστροφές, ενώ ο κυματισμός της θαλάσσης, τα καιρικά φαινόμενα (βροχή, ομίχλη, χιόνι, χαλάζι κοκ) δίδουν ανεπιθύμητες ανακλάσεις. Ιδιαίτερα ισχυρές ανακλάσεις λαμβάνονται από μεταλλικά αντικείμενα, όπως πλοία, σημαντήρες, φαρόπλοια, αλλά και από απότομες ακτές και νησίδες. Οι ανακλάσεις αυτές είναι εξαιρετικής σημασίας για τον ναυτιλόμενο.

Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί το ραντάρ επωφελώς, ο ναυτιλόμενος πρέπει να είναι σε θέση να διαχωρίζει μεταξύ επιθυμητών και ανεπιθυμητων επιδράσεων, αλλά και να διερμηνεύει σωστά την εμφανιζόμενη εικόνα στον ενδείκτη του ραντάρ. Οι δυνατότητες του ραντάρ αλλά και οι περιορισμοί του πρέπει απόλυτα να κατανοηθούν, προς μέγιστη ωφέλεια από τις εξαιρετικές του δυνατότητες. Η χρησιμοποίηση του ραντάρ σε καθαρή ατμόσφαιρα, όταν η εικόνα του ενδείκτη ραντάρ συγκρίνεται άμεσα με την οπτική εικόνα, συμβάλλει στην απόκτηση εμπειρίας και εμπιστοσύνης απαραίτητης τόσο για την ναυτιλιακή του χρήση, όσο και για την αποφυγή συγκρούσεων.

## 1.2 Μετρήσεις ραντάρ

Το ναυτιλιακό ραντάρ χαρακτηρίζεται από την εκπομπή παλμών ραδιοσυχνότητας στην περιοχή των GHz (1 GHz =  $10^9$  Hz) και δια τούτο ονομάζεται 'παλμικό ραντάρ'. Ένας παλμός είναι μία ριπή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας (ένα ημιτονοειδές κύμα) πολύ μικρής διάρκειας, σε προκαθορισμένη συχνότητα.

### 1.2.1 Μέτρηση αποστάσεως

Ας υποθεθεί ότι ένα πλοίο προκειμένου να εκτιμήσει την απόστασή του από μία υψηλή, απότομη και βραχώδη ακτή, ηχεί με την σειρήνα του μία βραχεία εκπομπή. Μετά πάροδο χρονικού διαστήματος, ακούγεται η επιστρέφουσα ηχώ. Επειδή ο ήχος διαδίδεται με γνωστή ταχύτητα ( $1120 \text{ ft/sec}^1$  ή  $341,2 \text{ m/sec}$  περίπου), η απόσταση από την βραχώδη ακτή, δύναται να υπολογιστεί ως συνάρτηση του μεσολαβούντος χρόνου από την εκπομπή μέχρι την λήψη.

Η εκπομπή πρέπει να είναι εξαιρετικά βραχεία (πολύ μικρής διάρκειας), άλλως η ηχώ επιστρέφει ενώ η σειρήνα ηχεί ακόμη, άρα δεν γίνεται αντιληπτή. Το αυτό είναι αληθές και στην περίπτωση του ραντάρ. Στα παλμικά ραντάρ, ο δέκτης απομονώνεται κατά την διάρκεια της εκπομπής των παλμών και όσο ταχύτερα περατωθεί η εκπομπή (δηλαδή όσο μικρότερης διάρκειας είναι ο παλμός), τόσο ταχύτερα ο δέκτης είναι έτοιμος για την λήψη.

Με άλλα λόγια, για την μέτρηση της αποστάσεως με το ραντάρ, το εκπεμπόμενο σήμα πρέπει να διαμορφωθεί σε μικρής διάρκειας παλμούς, οι οποίοι να επαναλαμβάνονται σε μεγάλα σχετικά χρονικά διαστήματα, ώστε να δίδεται ο απαραίτητος χρόνος στον κάθε παλμό να φτάσει στόχους σε μεγάλες αποστάσεις πριν επιστρέψει. Αυτή η τεχνική της - όπως αποκαλείται - παλμικής διαμορφώσεως (pulse modulation technique), επιτρέπει τον προσδιορισμό του μεσολαβούντος χρόνου από την εκπομπή ενός συγκεκριμένου παλμού, μέχρι την μετά από ανάκλαση, λήψη του στον δέκτη, κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ των παλμών, δηλαδή κατά το χρονικό διάστημα σιγής του πομπού και ακροάσεως του δέκτη.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα χαρακτηρίζονται από την σχεδόν ευθύγραμμη διάδοσή τους και την μεγάλη και σταθερή ταχύτητα διάδοσεως του φωτός ( $3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$  ή  $300 \text{ m}/\mu\text{sec}$ ). Το γεγονός αυτό, επιτρέπει ταχύτερες και λίαν αξιόπιστες μετρήσεις αποστάσεων. Ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί μεταξύ της εκπομπής και της λήψεως, αντιστοιχεί στον απαιτούμενο χρόνο για την διάδοση του ηλεκτρομαγνητικού παλμού προς τον στόχο και την επιστροφή του στον δέκτη μετά από την ανάκλαση. Η απόσταση του στόχου προσδιορίζεται από την σχέση:

$$R = \frac{ct}{2}$$

όπου R = απόσταση στόχου, c = ταχύτητα του φωτός ( $3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$ ) και t = χρόνος ο οποίος μεσολαβεί από την εκπομπή μέχρι την λήψη. Ο συντελεστής 2 στην παραπάνω σχέση, τίθεται στον παρονομαστή διότι ο παλμός ραντάρ καλύπτει την απόσταση R δύο φορές (προς και από τον στόχο).

Παράδειγμα 1-1: Να υπολογιστεί ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί για ένα παλμό ραντάρ προκειμένου να εντοπιστεί ένας στόχος στην απόσταση των 12 ναυτικών μιλίων (nm)<sup>2</sup>.

Λύση:

<sup>1</sup> 1 ft = 1/3 yards και 1 yard = 0,914 m

<sup>2</sup> 1 nm = 1852 m

$$t = \frac{2R}{c} = \frac{2 \cdot 12 \cdot 1852}{3 \cdot 10^8} = 148,16 \text{ } \mu\text{sec (περίπου 150 } \mu\text{sec)}$$

Αυτό είναι ένα αξιοσημείωτο αποτέλεσμα, διότι παριστά την - όπως αποκαλείται - βάση χρόνου (time base) της πολύ κοινής κλίμακας αποστάσεων του ραντάρ, των 12 nm. Περισσότερα για την βάση χρόνου αναφέρονται σε επόμενο εδάφιο.

### 1.2.2 Μέτρηση διοπτύσεως

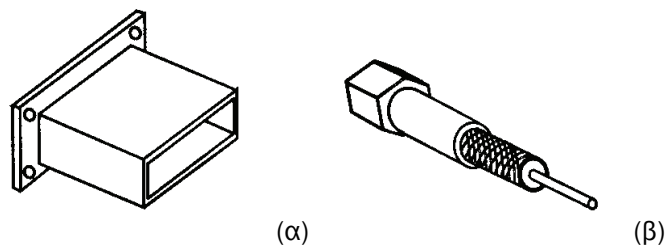
Εάν υποθεθεί ότι εκπέμπεται μία βραχεία εκπομπή με την σειρήνα, υπό συνθήκες χαμηλής ορατότητας, δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί η ακριβής κατεύθυνση από την οποία ο ήχος επιστρέφει. Τούτο διότι η σειρήνα εκπέμπει τον ήχο περιφερειακά και επομένως καταφθάνουν επιστροφές από πολλές κατευθύνσεις. Επί πλέον το ανθρώπινο αισθητήριο της ακοής είναι ευαίσθητο όχι προς μία συγκεκριμένη κατεύθυνση αλλά σε ένα μεγάλο γωνιακό άνοιγμα, το οποίο καλύπτει περισσότερες από μία κατευθύνσεις. Για την μέτρηση της διοπτύσεως με ακρίβεια, η βραχεία εκπομπή από την σειρήνα πρέπει να συγκεντρωθεί σε μία πολύ στενή δέσμη, έτσι ώστε να εκπέμπονται βραχείες προς μία και μόνο κατεύθυνση κάθε φορά. Αυτό ίσως θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί, με την χρησιμοποίηση μίας καλύπτρας στην σειρήνα, η οποία θα επέτρεπε στον ήχο να εξέρχεται από στενή οπή. Μετά την εκπομπή αριθμού βραχειών σε διάφορες κατευθύνσεις, θα λαμβανόταν επιστροφή αποκλειστικά και μόνο, από αντικείμενο ή αντικείμενα, τα οποία η σειρήνα θα σκόπευε.

Το αυτό είναι αληθές δια την περίπτωση του ραντάρ. Δηλαδή η μέτρηση διοπτύσεων βασίζεται στην εκπομπή παλμών σε πολύ στενή και κατευθυνόμενη δέσμη στο οριζόντιο επίπεδο. Η δέσμη αυτή καλείται λοβός (lobe). Η κεραία του ραντάρ σχεδιάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εστιάζει την εκπεμπόμενη ακτινοβολία σε μία πολύ στενή δέσμη στο οριζόντιο επίπεδο. Το γωνιακό άνοιγμα της δέσμης (λοβού) καλείται 'εύρος δέσμης' και προσδιορίζεται από την γεωμετρική οριζόντια διάσταση της κεραίας και την συχνότητα εκπομπής του ραντάρ. Περισσότερα για το εύρος δέσμης αναφέρονται σε επόμενο εδάφιο.

### 1.3 Μονάδες του ραντάρ

#### 1.3.1 Πομπός

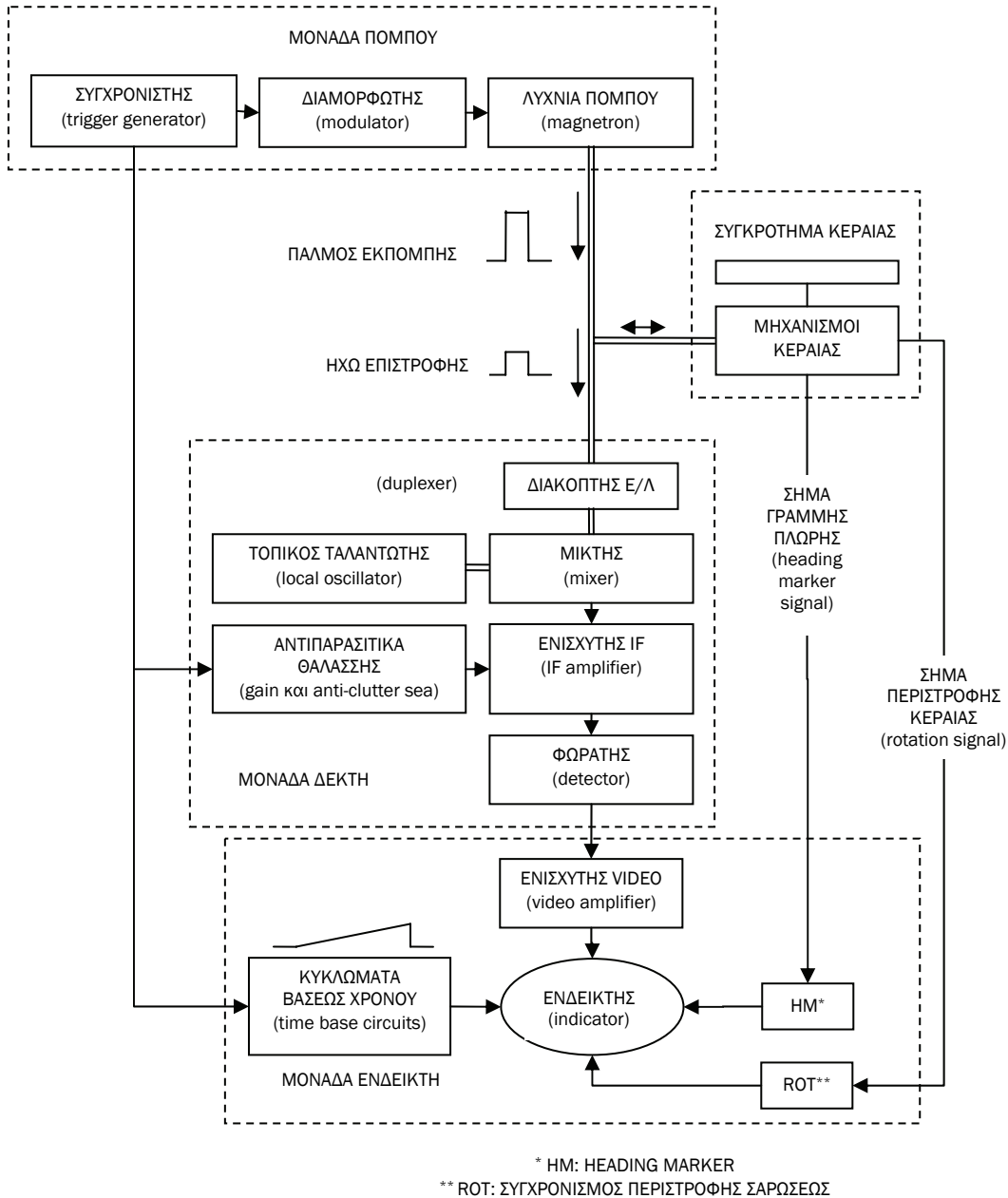
Σκοπός του πομπού είναι να παράγει παλμούς ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας με την σωστή συχνότητα εκπομπής, την σωστή συχνότητα επαναλήψεως παλμών, διάρκεια και ισχύ. Οι ηλεκτρομαγνητικοί παλμοί οδεύουν στην κεραία δια μέσου ειδικής γραμμής μεταφοράς. Ως γραμμή μεταφοράς στις πολύ υψηλές συχνότητες στις οποίες λειτουργεί το ραντάρ, χρησιμοποιείται κυματοαγωγός ή κυματοδηγός. Ο κυματοδηγός συνίσταται από χάλκινο σωλήνα με εγκάρσια διατομή ορθογωνίου παραλληλόγραμμου (σχήμα 1-2α). Εναλλακτικά ως γραμμή μεταφοράς, κυρίως σε φθηνότερα συστήματα ραντάρ, δύναται να χρησιμοποιηθεί ομοαξονικό καλώδιο (σχήμα 1-2β).



Σχήμα 1-2: Γραμμές μεταφοράς: (α) κυματοαγωγός, (β) ομοαξονικό καλώδιο

Ο πομπός αποτελείται από τρεις (3) κύριες υπομονάδες, συγκεκριμένα τον συγχρονιστή (trigger generator), τον διαμορφωτή (modulator) και την μικροκυματική λυχνία (σχήμα 1-3). Στα ναυτιλιακά ραντάρ χρησιμοποιείται αποκλειστικά η μικροκυματική λυχνία magnetron.

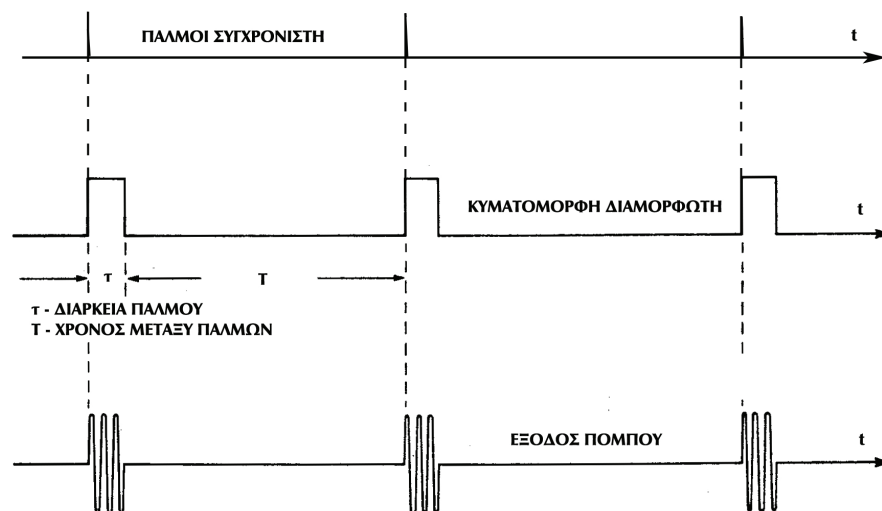
Ο συγχρονιστής ή γεννήτρια πυροδοτικών παλμών ελέγχει την συχνότητα επαναλήψεως των εκπεμπόμενων παλμών (έστω 2000 παλμοί/sec ή Hz). Παράγει πολύ οξείς παλμούς για τον συγχρονισμό των λοιπών υπομονάδων. Η συχνότητα αυτών των παλμών καλείται 'συχνότητα επαναλήψεως παλμών' (pulse repetition frequency (PRF)). Οι παλμοί συγχρονισμού πυροδοτούν τον διαμορφωτή. Ο διαμορφωτής, με τα κυκλώματα χρόνου τα οποία διαθέτει, προσδιορίζει την διάρκεια, το σχήμα και την ισχύ των εκπεμπόμενων παλμών. Με κάθε λήψη πυροδοτικού παλμού από τον συγχρονιστή, ο διαμορφωτής παράγει έναν υψηλής ισχύος παλμό, καθορισμένης διάρκειας (έστω 1  $\mu$ sec) και σχεδόν ορθογώνιου σχήματος. Ο παλμός αυτός εφαρμόζεται στην μικροκυματική λυχνία.



Σχήμα 1-3: Δομικό διάγραμμα ραντάρ

Η μικροκυματική λυχνία (magnetron) καθορίζει την ραδιοσυχνότητα των εκπεμπόμενων παλμών, δηλαδή παράγει ταλαντώσεις σε υπέρ υψηλή συχνότητα (έστω 10 GHz). Οι ταλαντώσεις διαρκούν όσο και η διάρκεια του παλμού τον οποίο παράγει ο διαμορφωτής. Συγκεκριμένα, η λυχνία καθίσταται αγωγή μόνο όταν εφαρμόζεται ο παλμός από τον διαμορφωτή και η αγωγιμότητα διαρκεί όσο και η διάρκεια του παλμού αυτού. Επειδή οι παλμοί του διαμορφωτή επαναλαμβάνονται στην συχνότητα επαναλήψεως των παλμών (PRF), η μικροκυματική λυχνία καθίσταται αγωγή ανά χρονικά διαλείμματα τα οποία καθορίζονται από την συχνότητα επαναλήψεως αυτήν. Οι παλμοί από την μικροκυματική λυχνία οδεύουν προς την κεραία και εκπέμπονται.

Στο σχήμα 1-4 παρουσιάζονται οι κυματομορφές των παραγόμενων παλμών από τον συγχρονιστή, τον διαμορφωτή και τον πομπό (magnetron) προς εκπομπή από την κεραία.



Σχήμα 1-4: Παλμοί συγχρονιστή, διαμορφωτή και πομπού

Για την μέτρηση αποστάσεως είναι απαραίτητο, η πυροδότηση του ενδείκτη, να πραγματοποιηθεί ακριβώς την στιγμή της εκπομπής του παλμού από την κεραία. Τούτο επιτυγχάνεται με την χρησιμοποίηση του ίδιου πυροδοτικού παλμού, τόσο για την παραγωγή του παλμού της εκπομπής, όσο και για την έναρξη της μετρήσεως του χρόνου στον ενδείκτη δια μέσου των κυκλωμάτων βάσεως χρόνου (time base circuits) για τα οποία γίνεται λόγος σε επόμενο εδάφιο. Επί τη βάση του προηγούμενου παραδείγματος της σειρήνας, τούτο είναι ανάλογο με την ενεργοποίηση στιγμομέτρου κατά την στιγμή της εκπομπής της σειρήνας, για την μέτρηση του μεσολαβούντος χρόνου από την εκπομπή μέχρι την λήψη.

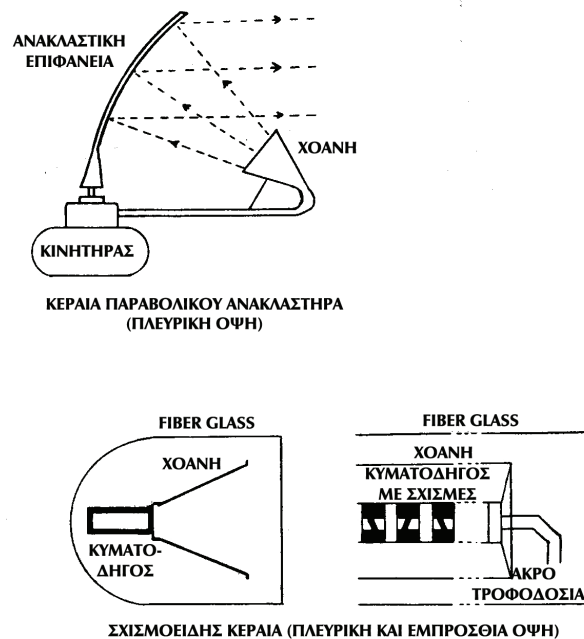
Συνήθως ο πομπός του ραντάρ εγκαθίσταται στο γραφείο χαρτών ή σε ένα διαμέρισμα πλησίον του κύριου ιστού, στην κορυφή του οποίου είναι εγκατεστημένη η κεραία. Σε ορισμένες συσκευές ραντάρ, τμήματα του πομπού και τμήματα του δέκτη περιέχονται στην μονάδα της κεραίας. Αυτές οι συσκευές πλεονεκτούν στην ελάχιστη ή καθόλου χρήση γραμμών μεταφοράς και επομένως οι απώλειες μεταφοράς είναι ελάχιστες.

### 1.3.2 Κεραία

Η κεραία είναι ο μηχανισμός ο οποίος ακτινοβολεί την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια στον χώρο αλλά και συλλαμβάνει τις επιστροφές από τις ανακλάσεις. Η κατασκευαστική της σχεδίαση προσδιορίζει την κατανομή της ισχύος της ακτινοβολούμενης ενέργειας στο οριζόντιο και κατακόρυφο επίπεδο. Για την επίτευξη της δυνατότητας μετρήσεως διοπτύσεων, όπως εξηγήθηκε, η δέσμη πρέπει να έχει πολύ μικρό γωνιακό άνοιγμα στο οριζόντιο επίπεδο. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές IMO για τα ναυτιλιακά ραντάρ, δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 2,5°. Αντίθετα, πρέπει να έχει μεγάλο γωνιακό άνοιγμα στο κατακόρυφο επίπεδο, ώστε να διατηρείται ικανοποιητικά η απόδοση του ραντάρ όταν το πλοίο κλυδωνίζεται.

Η διεύθυνση της δέσμης (ή του λοβού) προσδιορίζεται από την κατεύθυνση της κεραίας την στιγμή της εκπομπής. Η κεραία περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα (έστω 20 στροφές / min (rpm)) περίξ κατακόρυφου άξονα με την βοήθεια κινητήρα. Η ταχύτητα διαδόσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι τόσο τεράστια ( $3 \cdot 10^8$  m/sec) σε σύγκριση με την ταχύτητα περιστροφής της κεραίας, ώστε δύναται να θεωρηθεί, ότι η διόπτευση της κεραίας είναι η αυτή κατά την εκπομπή και την λήψη.

Ο παλαιότερος τύπος κεραίας ο οποίος χρησιμοποιήθηκε και ακόμη χρησιμοποιείται για την ακτινοβολία ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων σε συχνότητες της τάξεως των GHz, είναι ο μεταλλικός παραβολικός ανακλαστήρας (σχήμα 1-5). Ο ανακλαστήρας αυτός διαθέτει μία χοάνη στο εστιακό σημείο της παραβολικής επιφάνειας. Από την χοάνη τα εξερχόμενα ηλεκτρομαγνητικά κύματα όταν προσκρούσουν στην παραβολική επιφάνεια, ανακλώνται παράλληλα με τον οριζόντιο άξονα της κεραίας. Έτσι τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα από την χοάνη και τον ανακλαστήρα, εκπέμπονται στον χώρο ως δέσμη η οποία εστιάζεται προς μία μόνο κατεύθυνση.



Σχήμα 1-5 Τύποι κεραιών

Η κεραία έχει επίσης αποστολή να συλλέξει τους επιστρέφοντες παλμούς, οι οποίοι μετά την πρόσκρουσή τους στην παραβολική επιφάνεια, εστιάζονται στην χοάνη με τον ίδιο τρόπο κατά τον οποίο ένας μεγεθυντικός φακός εστιάζει το φως σε ένα σημείο (το εστιακό του σημείο). Από την κεραία οι επιστροφές οδηγούνται στον δέκτη.

Σήμερα, οι κεραίες των ναυτιλιακών ραντάρ συνίστανται από ένα ευθύ τμήμα κυματοδηγού με σχισμές στην μια από τις πλευρές του (σχήμα 1-5). Το τμήμα κυματοδηγού περιβάλλεται από μία χοάνη καθ' όλο το μήκος του, ώστε οι σχισμές να ευρίσκονται προς τα έξω. Η όλη κατασκευή τοποθετείται εντός περιβλήματος από υλικό fiberglass, διαπερατό από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, για προστασία από τις καιρικές συνθήκες. Η πλαγία διατομή της χοάνης προσδιορίζει το γωνιακό άνοιγμα της δέσμης στο κατακόρυφο επίπεδο. Οι κεραίες αυτές καλούνται κεραίες σχισμών ή σχισμοειδείς κεραίες (slotted waveguide antennas). Οι παράγοντες οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη για την εγκατάσταση της κεραίας επί του πλοίου εξηγούνται σε επόμενο εδάφιο.



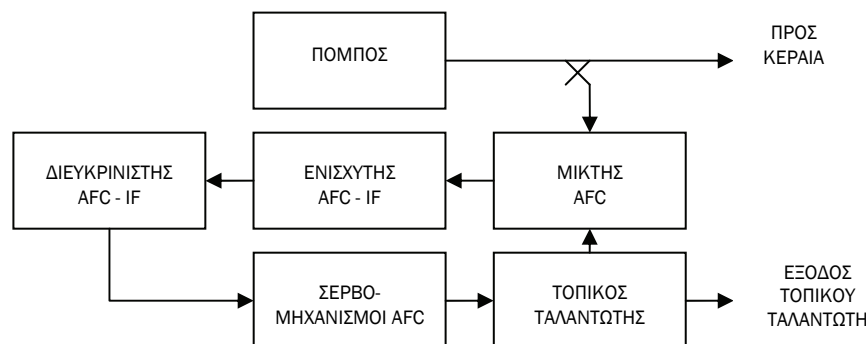
### 1.3.3 Μίκτης και δέκτης

Ο προορισμός του δέκτη είναι να ενισχύει τις πολύ ασθενείς επιστροφές από τις ανακλάσεις και να παράγει, παλμούς των οποίων τα χαρακτηριστικά επιτρέπουν την δημιουργία ορατής ενδείξεως στην οθόνη του ενδείκτη. Επειδή η ίδια κεραία χρησιμοποιείται για εκπομπή και λήψη, η γραμμή μεταφοράς (κυματοδηγός ή ομοαξονικό καλώδιο) είναι κοινή για τον πομπό και τον δέκτη. Αν και όπως φαίνεται, οι ισχυροί παλμοί από τον πομπό είναι δυνατόν να περάσουν στον δέκτη, τούτο δεν συμβαίνει, διότι ο δέκτης προστατεύεται από μια εξειδικευμένη λυχνία, γνωστή ως 'διακόπτης T/R' από τα αρχικά των λέξεων 'transmit / receive (T/R switch ή T/R cell). Η λυχνία αυτή ευρίσκεται σε σημείο πριν από την είσοδο στον δέκτη. Ο διακόπτης T/R, απομονώνει τον δέκτη κατά την στιγμή της εκπομπής.

Ο επιστρέφον παλμός στην κεραία, έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με τον παλμό εκπομπής, αλλά πολύ χαμηλότερη ισχύ λόγω απωλειών κατά την διάδοση. Δια μέσου του διακόπτη εκπομπής / λήψεως (TR cell) κατευθύνεται στον μίκτη. Ο μίκτης τροφοδοτείται συγχρόνως με σήμα από έναν τοπικό ταλαντωτή (local oscillator), η συχνότητα του οποίου διαφέρει από την συχνότητα του πομπού. Η διαφορά των δύο συχνοτήτων, συνιστά την καλούμενη ενδιάμεση συχνότητα (intermediate frequency (IF)) του ραντάρ, της τάξεως των MHz, για παράδειγμα  $IF=60$  MHz. Η ισχύς του τοπικού ταλαντωτή είναι μόλις μερικά m-Watts ( $10^{-3}$  Watts). Στον μίκτη, ο παλμός μετασχηματίζεται σε παλμό από ταλαντώσεις στην συχνότητα IF. Οι δέκτες οι οποίοι μετασχηματίζουν την ραδιοσυχνότητα του πομπού σε ενδιάμεση συχνότητα (IF), καλούνται υπερετερόδουνοι δέκτες. Η συχνότητα IF είναι αρκετά χαμηλή ώστε να είναι δυνατή η ενίσχυση και περαιτέρω επεξεργασία με συμβατικές μεθόδους, μη δυνάμενες να εφαρμοστούν στις πολύ υψηλές συχνότητες (ραδιοσυχνότητες).

Σε κάθε περίπτωση, η προκύπτουσα συχνότητα από την μίξη της συχνότητας του λαμβανόμενου σήματος, με την συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή, πρέπει να είναι ακριβώς η συχνότητα IF, διότι σε αυτήν είναι συντονισμένα τα περαιτέρω στάδια ενισχύσεως IF. Σε αντίθετη περίπτωση, το ωφέλιμο σήμα χάνεται. Κατά την λειτουργία της συσκευής, ενδέχεται να διολισθαίνει η συχνότητα του πομπού λόγω μεταβολής της θερμοκρασίας ή και λόγω άλλων αστάθμητων παραγόντων. Το αυτό δυνατόν να συμβαίνει και με την συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή. Συντονισμός (tuning) είναι η διαδικασία ευθυγραμμίσεως της συχνότητας του δέκτη με την συχνότητα του πομπού, ώστε η διαφορά τους να είναι ακριβώς η ενδιάμεση συχνότητα (IF). Μόνο τότε, μεγιστοποιείται η αποτελεσματικότητα του δέκτη στην λήψη σημάτων.

Κατά κανόνα οι κατασκευαστές συσκευών ραντάρ διαθέτουν αυτόματο σύστημα συντονισμού (automatic frequency control (AFC)), αλλά υπάρχει και η δυνατότητα ρυθμίσεως του συντονισμού με το ειδικό προς τούτο ποτενσιόμετρο TUNING. Το ποτενσιόμετρο αυτό, μεταβάλλει την συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή. Η ύπαρξη κυκλώματος αυτομάτου ρυθμίσεως συχνότητας εξυπηρετεί την αυτόματη διατήρηση σταθερής ενδιάμεσου συχνότητας IF. Οσάκις συμβαίνει ολίσθηση συχνότητας του πομπού, το κύκλωμα AFC, επεμβαίνει ρυθμίζοντας ανάλογα την συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή, ώστε η συχνότητα IF να παραμένει σταθερή. Ένα τυπικό κύκλωμα αυτομάτου ρυθμίσεως συχνότητας παρουσιάζεται στο σχήμα 1-6.

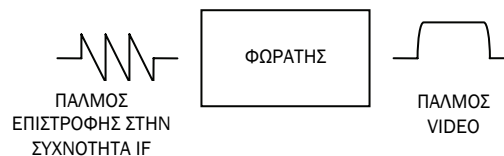


Σχήμα 1-6: Βασικό διάγραμμα κυκλώματος αυτομάτου ρυθμίσεως ρύθμισης συχνότητας (AFC).

Για την αυτόματη ρύθμιση συχνότητας, χρησιμοποιείται ένας μίκτης, καλούμενος μίκτης AFC, στον οποίο ένα μικρό ποσοστό της ακτινοβολίας από τον πομπό αναμειγνύεται με ένα δείγμα σήματος του τοπικού ταλαντωτή, για να προκύψει ένα 'αντίγραφο' του εκπεμπόμενου παλμού, υποβιβασμένου στην συχνότητα IF. Έτσι κάθε ολίσθηση στην συχνότητα του πομπού ή του τοπικού ταλαντωτή, περιέχεται στην έξοδο του μίκτη AFC. Μετά από ενίσχυση στον ενισχυτή AFC IF, η έξοδος οδηγείται στον διευκρινιστή AFC IF, στον οποίο μετρείται το σφάλμα συχνότητας. Η έξοδος του διευκρινιστή είναι συνήθως συνεχής τάση ανάλογη του σφάλματος συχνότητας και πολικότητας ανάλογης της φοράς του σφάλματος. Η τάση αυτή οδηγεί τους σερβομηχανισμούς AFC για την κατάλληλη διόρθωση της συχνότητας του τοπικού ταλαντωτή. Η διόρθωση στην συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή, εξουδετερώνει την δική του ολίσθηση στην συχνότητα και την ολίσθηση της συχνότητας του πομπού.

Αυτό το αυτόματο κύκλωμα όταν λειτουργεί σωστά, συντονίζει τον δέκτη στην συχνότητα IF και συνεχώς παρακολουθεί και επεμβαίνει όταν για οποιοδήποτε λόγο διολισθήσει η συχνότητα του πομπού ή και του τοπικού ταλαντωτή. Ορισμένες συσκευές ραντάρ, διαθέτουν κύκλωμα AFC, το οποίο λειτουργεί μόνο σε πολύ στενά όρια μεταβολής και αντιμετωπίζει πολύ μικρές διολισθήσεις συχνότητας του πομπού ή και του τοπικού ταλαντωτή, ενώ απαιτείται ο συντονισμός του δέκτη με επέμβαση χειριστή στο αρχικό στάδιο. Όπου υπάρχει κύκλωμα AFC, ο χειριστής πρέπει να ελέγχει περιοδικά την σωστή του λειτουργία και σε αυτό βοηθά το σήμα ελέγχου επιδόσεων της συσκευής (performance monitor) για το οποίο γίνεται λόγος στο επόμενο κεφάλαιο.

Ο παλμός από τον μίκτη, ενισχύεται στον ενισχυτή IF στην συχνότητα IF. Μετά από ικανή ενίσχυση το σήμα οδηγείται στον φωρατή, ο οποίος λειτουργεί ως φίλτρο διελεύσεως χαμηλών συχνοτήτων και έτσι διαχωρίζει το περίγραμμα του παλμού (envelope) δια της απορρίψεως της συχνότητας IF. Αυτή η διαδικασία, η οποία καλείται φώραση έχει ως αποτέλεσμα, την δημιουργία ενός παλμού χαμηλής ισχύος, ο οποίος ομοιάζει με τον παλμό του διαμορφωτή, αλλά είναι κάπως στρογγυλεμένος, ως εις σχήμα 1-7, αντί ορθογώνιος (ο λόγος εξηγείται στην συνέχεια). Αυτός ο παλμός συνιστά το σήμα video, το οποίο ενισχύεται στο επιθυμητό επίπεδο (ας υποθεθεί 5 volts) στον ενισχυτή video και προκαλεί την ορατή ένδειξη στον ενδείκτη.



Σχήμα 1-7: Λειτουργία φωρατή

Ο δέκτης δέχεται τον ίδιο πυροδοτικό παλμό τον οποίο δέχεται ο πομπός και ο ενδείκτης. Σε αυτή την περίπτωση ο πυροδοτικός παλμός χρησιμεύει για να ενεργοποιήσει την απόρριψη ανεπιθύμητων θαλασσιών επιστροφών από κυματισμό δια μέσου του κυκλώματος 'gain και anti-clutter'. Επειδή οι θαλάσσιες επιστροφές δηλώνουν την παρουσία τους σε πολύ πλησίον αποστάσεις, η χρησιμοποίηση του πυροδοτικού παλμού προσφέρεται για την ενεργοποίηση των κυκλωμάτων απορρίψεως τους. Για τις θαλάσσιες επιστροφές και την αντιμετώπισή τους, γίνεται λόγος σε επόμενο εδάφιο.

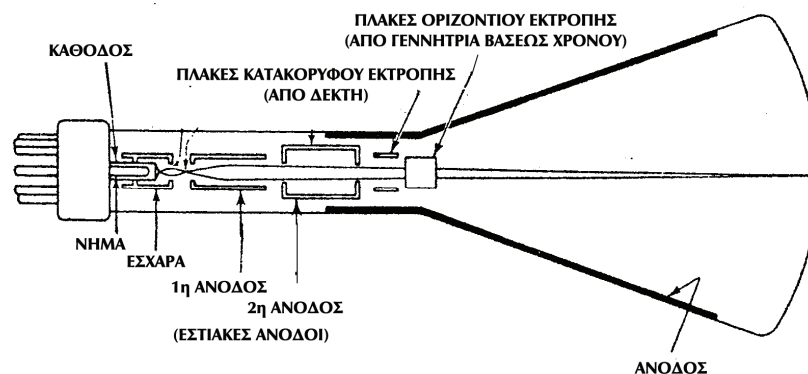
Στα ναυτιλιακά ραντάρ, συνήθως ο πομπός και ο δέκτης αποτελούν μία ενιαία μονάδα η οποία καλείται πομποδέκτης, αν και μερικά τμήματα του δέκτη δυνατόν να περιέχονται στην μονάδα του ενδείκτη.

### 1.3.4 Ενδείκτης

Ο ενδείκτης εγκαθίσταται στην γέφυρα του πλοίου, διότι είναι προς όφελος του ναυτιλόμενου να είναι σε θέση να συγκρίνει και να συσχετίζει την εικόνα ραντάρ, με εκείνη της οπτικής επιτηρήσεως. Η κύρια αποστολή του ενδείκτη είναι να εμφανίζει τα εντοπιζόμενα αντικείμενα (στόχους).

### Ενδείκτης τύπου 'Α'

Ο ενδείκτης τύπου 'Α' (A-scope - Α από την λέξη amplitude) δεν είναι παρά ένας απλός καθοδικός παλμογράφος (σχήμα 1-8). Πρόκειται περί μίας καθοδικής λυχνίας, της οποίας η κάθοδος θερμαίνεται από ένα νήμα, με αποτέλεσμα την έκλυση μεγάλου αριθμού ηλεκτρονίων. Τα εκλυόμενα ηλεκτρόνια απωθούνται από την εσχάρα, η οποία περιβάλλει την κάθοδο, διότι είναι αρνητικά φορτισμένη. Εξ αιτίας του αρνητικού δυναμικού της εσχάρας και υπό την επίδραση του θετικού δυναμικού της πέρα από την εσχάρα ανόδου, τα ηλεκτρόνια υποχρεώνονται να συγκεντρωθούν σε δέσμη κατά τον άξονα της λυχνίας και να εξέλθουν μέσω οπής την οποία φέρει η εσχάρα, στον άξονα ακριβώς του λαιμού της καθοδικής λυχνίας. Η ποσότητα των διερχομένων ηλεκτρονίων από την οπή, ελέγχεται από την τιμή του αρνητικού δυναμικού της εσχάρας, το οποίο ρυθμίζεται με το ευρισκόμενο στον ενδείκτη ειδικό ρυθμιστικό ποτενσιόμετρο λαμπρότητας (BRILLIANCE).



Σχήμα 1-8: Ηλεκτρονικός καθοδικός σωλήνας

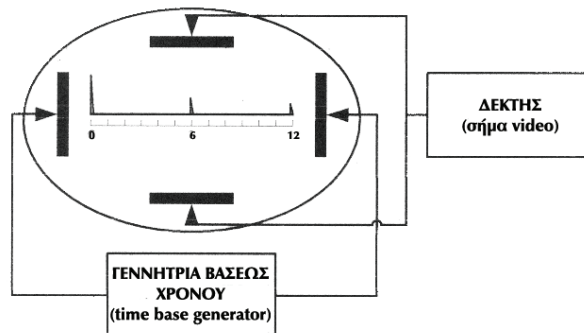
Η δέσμη των ηλεκτρονίων ακολούθως διέρχεται από την πρώτη και δεύτερη άνοδο. Και οι δύο, καλούμενες εστιακές άνοδοι, έχουν θετικό δυναμικό ως προς την κάθοδο και την εσχάρα, αλλά όχι της αυτής τιμής μεταξύ των, δηλαδή το θετικό δυναμικό της πρώτης ανόδου διαφέρει από το θετικό δυναμικό της δεύτερης ανόδου. Οι εστιακές άνοδοι, συμβάλλουν όχι μόνο στην επιτάχυνση των ηλεκτρονίων, κυρίως από την δεύτερη άνοδο, αλλά και στην σύγκλιση της δέσμης. Η δέσμη προσπίπτει στην εσωτερική επιφάνεια της οθόνης του ενδείκτη, η οποία φέρει επάλειψη με φωσφορίζουσα χημική ουσία. Η ουσία αυτή εις το σημείο της προσπτώσεως της δέσμης, αποδίδει φως, λόγω της αναπτυσσόμενης θερμότητας. Το φως αυτό λαμβάνει την μορφή φωτεινής κηλίδας. Η μεταξύ των εστιακών ανόδων διαφορά δυναμικού ρυθμίζεται με το ευρισκόμενο στον ενδείκτη ειδικό ρυθμιστικό ποτενσιόμετρο εστίασεως (FOCUS), με αποτέλεσμα να διευρύνεται ή να λεππύνεται το εύρος της δέσμης και να συγκλίνει η δέσμη στο σημείο στο οποίο εμφανίζεται η φωτεινή κηλίδα. Όταν το σημείο συγκλίσεως της δέσμης κείται ακριβώς επί της φωσφορίζουσας επιφάνειας (και όχι εκτός αυτής) τότε η φωτεινή κηλίδα εμφανίζεται λεπτή και ευκρινής.

Συμπερασματικά η λαμπρότητα της κηλίδας ρυθμίζεται με το ποτενσιόμετρο BRILLIANCE, η δε ευκρίνεια της κηλίδας με το ποτενσιόμετρο FOCUS. Το ποτενσιόμετρο BRILLIANCE επιδρά στο αρνητικό δυναμικό της εσχάρας, ενώ το ποτενσιόμετρο FOCUS στην διαφορά δυναμικού μεταξύ των δύο εστιακών ανόδων.

Η φωσφορίζουσα επιφάνεια έχει την ιδιότητα να αποδίδει φως, για ένα μικρό χρονικό διάστημα, ακόμη και μετά την λήξη του βομβαρδισμού της από την δέσμη ηλεκτρονίων, ή και μετά την μετακίνηση σε άλλη θέση του σημείου στο οποίο προσπίπτει η δέσμη των ηλεκτρονίων. Έτσι, όταν η φωτεινή κηλίδα κινείται, αφήνει πίσω της ένα φωτεινό ίχνος (trace). Η διάρκεια της παραμένουσας λαμπρότητας είναι δυνατόν να ρυθμιστεί κατά το στάδιο κατασκευής της λυχνίας με διάφορες προσμίξεις στην φωσφορίζουσα ουσία. Η ιδιότητα αυτή καλείται μεταπορφύρωση ή παραμένουσα λαμπρότητα ή after glow. Χάρην αυτής της ιδιότητας, είναι δυνατή η αποτύπωση ιχνών, κατά τόπο ώστε να δίδεται η εντύπωση ότι πρόκειται για απόνερα.

Για να είναι δυνατή η εμφάνιση της φωτεινής κηλίδας σε οποιοδήποτε σημείο της οθόνης, απαιτείται να εφαρμοστεί ηλεκτροστατική ή ηλεκτρομαγνητική εκτροπή στην δέσμη των ηλεκτρονίων και τούτο

επιτυγχάνεται σε αυτόν τον ενδείκτη με τις οριζόντιες και τις κατακόρυφες ηλεκτροστατικές πλάκες (σχήμα 1-9). Εάν εφαρμοστεί θετικό δυναμικό στην αριστερή κατακόρυφη πλάκα, η φωτεινή κηλίδα εκτρέπεται προς τα αριστερά. Η αριστερή κατακόρυφη πλάκα ρυθμίζεται να έχει θετικό δυναμικό μέχρι να εκπεμφθεί παλμός από την κεραία, οπότε διακόπτεται αιφνιδίως το θετικό δυναμικό από την αριστερή κατακόρυφη πλάκα και εφαρμόζεται στην δεξιά. Αποτέλεσμα αυτού είναι, σε συγχρονισμό με την εκπομπή του παλμού, να εκκινήσει η φωτεινή κηλίδα μία διαδρομή από το αριστερό άκρο, στο δεξιό άκρο, αφήνοντας πίσω της ένα φωτεινό ίχνος κατά την έννοια της οριζόντιας διαμέτρου της οθόνης. Η μετακίνηση αυτή της φωτεινής κηλίδας πραγματοποιείται με απόλυτα σταθερή ταχύτητα. Μόλις η κηλίδα φθάσει στο δεξιό άκρο, επανέρχεται σε απειροστό χρόνο στο αριστερό άκρο δια εφαρμογής θετικού δυναμικού στην αριστερή κατακόρυφη πλάκα και παραμένει εκεί μέχρι την εκπομπή του επόμενου παλμού.



Σχήμα 1-9: A-scope

Ας υποθεθεί ότι το εφαρμοζόμενο δυναμικό στην δεξιά κατακόρυφη πλάκα, εξασφαλίζει ότι ο χρόνος της διαδρομής της φωτεινής κηλίδας από το αριστερό μέχρι το δεξιό άκρο είναι 148,16  $\mu\text{sec}$  (περίπου 150  $\mu\text{sec}$ ). Σύμφωνα με το παράδειγμα 1-1, είναι ο ίδιος χρόνος με τον μεσολαβούντα από την εκπομπή μέχρι την λήψη ενός παλμού ραντάρ προκειμένου να εντοπιστεί ένας στόχος στην απόσταση των 12 nm. Εφόσον ταυτοχρόνως με την εκπομπή ενός παλμού αρχίζει να κινείται η φωτεινή κηλίδα με σταθερή ταχύτητα και να σαρώνει την οριζόντια διάμετρο του ενδείκτη, έπεται ότι όταν η φωτεινή κηλίδα φθάσει στο δεξιό άκρο, δηλαδή μετά από 150  $\mu\text{sec}$ , ο δέκτης εκείνη ακριβώς την στιγμή δέχεται την επιστροφή από τον στόχο στα 12 nm. Εάν δε υπάρξει στόχος εγγύτερα της αποστάσεως των 12 nm, η εξ αυτού επιστροφή καταφθάνει στον δέκτη ενώ ακόμη η φωτεινή κηλίδα ευρίσκεται καθ' οδό προς το δεξιό άκρο. Επομένως την στιγμή κατά την οποία επιστρέφει ένας παλμός, η απόσταση της φωτεινής κηλίδας από το αριστερό άκρο, είναι ανάλογος του μεσολαβούντος χρόνου από την εκπομπή του ίδιου παλμού, ο οποίος προκάλεσε την έναρξη της διαδρομής της φωτεινής κηλίδας, με άλλα λόγια, η απόσταση της φωτεινής κηλίδας από το αριστερό άκρο, είναι ανάλογος της αποστάσεως του στόχου.

Σε αυτόν τον ενδείκτη, ευκόλως δύναται να εμφανιστεί κάθε επιστροφή παλμού, αρκεί προς τούτο ο δέκτης να μετατρέψει τις λαμβανόμενες επιστροφές, σε θετικό δυναμικό (σήμα video), το οποίο σε αυτή τη μορφή να εφαρμοστεί εις την άνω οριζόντια πλάκα. Υπό την στιγμιαία επίδραση του θετικού δυναμικού στην άνω οριζόντια πλάκα, η φωτεινή κηλίδα υφίσταται κατακόρυφη εκτροπή προς τα άνω, σε ένα σημείο το οποίο απέχει από το αριστερό άκρο απόσταση ανάλογη της αποστάσεως του στόχου. Η εκτροπή είναι μεγαλύτερη όταν η επιστροφή είναι ισχυρότερη. Έτσι για τον στόχο στα 12 nm, η κατακόρυφη εκτροπή της κηλίδας συμβαίνει μετά παρέλευση χρόνου 150  $\mu\text{sec}$ , όταν δηλαδή η φωτεινή κηλίδα έχει φθάσει ακριβώς στο δεξιό άκρο της διαδρομής της.

Ο χρόνος διαδρομής της φωτεινής κηλίδας αντιπροσωπεύει την απόσταση της τεθείσας κλίμακας και καλείται βάση χρόνου για την τεθείσα κλίμακα. Στο παράδειγμα, ο χρόνος των 148,16  $\mu\text{sec}$  (περίπου 150  $\mu\text{sec}$ ) είναι βάση χρόνου για την κλίμακα των 12 nm. Τούτο σημαίνει ότι στην κλίμακα των 12 nm, η φωτεινή κηλίδα σαρώνει την οριζόντια διάμετρο του ενδείκτη σε χρόνο περίπου 150  $\mu\text{sec}$ . Συνεπώς με κάθε αλλαγή κλίμακας, πρέπει να αλλάζει η ταχύτητα με την οποία η φωτεινή κηλίδα μετακινείται, διότι η βάση χρόνου αλλάζει και αυτή την λειτουργία αναλαμβάνει η γεννήτρια βάσεως χρόνου.

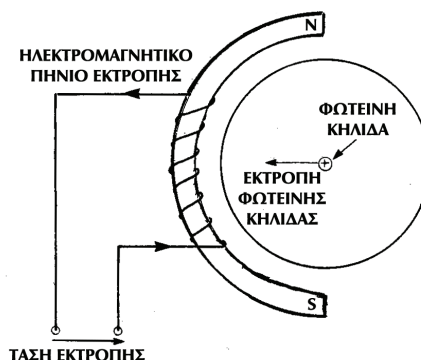
Ειδική διάταξη τροφοδοτεί τον ενδείκτη με παλμό την στιγμή της εκπομπής, ώστε να εμφανίζεται στην οθόνη οπτική ένδειξη του παλμού εκπομπής, το δε γραμμικό μήκος του ίχνους το οποίο διαγράφει η φωτεινή κηλίδα μεταξύ της οπτικής ενδείξεως του παλμού εκπομπής και της ενδείξεως της επιστροφής εξ ενός στόχου, μεταφράζεται απ' ευθείας σε απόσταση.

Ο ανωτέρω καθοδικός παλμογράφος με τις οριζόντιες και κατακόρυφες ηλεκτροστατικές πλάκες εκτροπής μετρά μόνο απόσταση και εμφανίζει τους ευρισκόμενους στόχους στην διόπτρευση στην οποία είναι εστραμμένη η κεραία. Ιστορικά ο ενδείκτης αυτός απετέλεσε το πρώτο μέγιστης ακριβείας ωρολόγιο για την μέτρηση ελαχιστότατων ποσοτήτων χρόνου. Σήμερα χρησιμοποιείται ευρύτατα στα ραντάρ πυροβολικού πολεμικών πλοίων και αεροσκαφών.

### Ενδείκτης τύπου PPI

Ο ενδείκτης τύπου PPI (plan position indicator) χρησιμοποιείται σε όλα τα ραντάρ έρευνας (και τα ναυτιλιακά). Εμφανίζει ένα πλάνο της ερευνώμενης από το ραντάρ περιοχής, δημιουργώντας φωτεινές κηλίδες, φωτεινά σχήματα ή φωτεινά στίγματα, των οποίων η γωνιακή θέση ως προς την γραμμή της πλώρης και η απόσταση από το κέντρο της σαρώσεως αντιπροσωπεύουν την διόπτρευση και απόσταση των αντικειμένων, από τα οποία οι φωτεινές κηλίδες, τα φωτεινά σχήματα ή τα φωτεινά στίγματα προέρχονται.

Για την δημιουργία αυτής της εικόνας, η κατασκευή της καθοδικής αυτής λυχνίας έχει ορισμένες ιδιαιτερότητες. Σε αυτήν την λυχνία, η φωτεινή κηλίδα σαρώνει την ακτίνα αντί την διάμετρο του ενδείκτη. Η εκτροπή της φωτεινής κηλίδας κατά την έννοια της ακτίνας του ενδείκτη επιτυγχάνεται, στους παλαιότερης τεχνολογίας ενδείκτες, όχι με ηλεκτροστατικές πλάκες αλλά με ένα ηλεκτρομαγνητικό πηνίο το οποίο περιβάλλει τον λαιμό της λυχνίας (σχήμα 1-10).

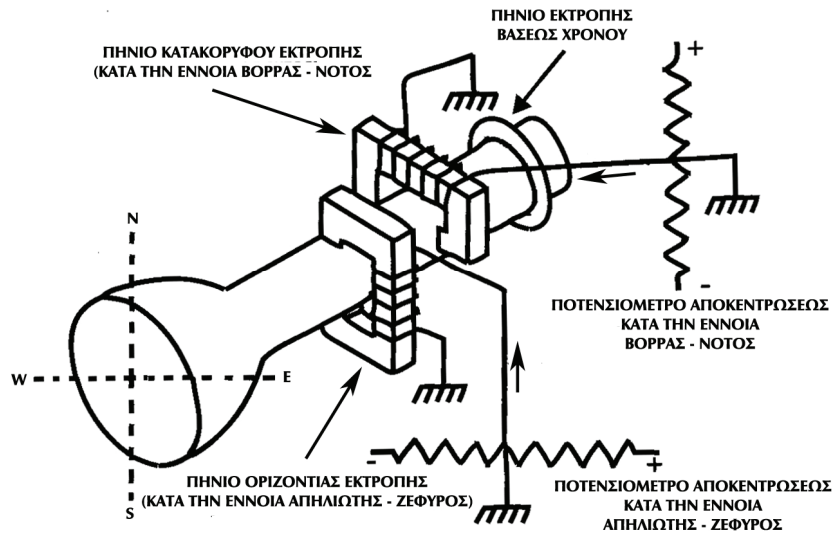


Σχήμα 1-10: Ηλεκτρομαγνητικό πηνίο εκτροπής σαρώσεως

Την στιγμή της εκπομπής ενός παλμού, ο ενδείκτης πυροδοτούμενος προκαλεί την τροφοδότηση του ηλεκτρομαγνητικού πηνίου με κατάλληλη τάση, η οποία με τη σειρά της προκαλεί την εκτροπή της φωτεινής κηλίδας από το κέντρο προς την περιφέρεια του ενδείκτη. Το πηνίο τροφοδοτείται από την γεννήτρια βάσεως χρόνου εις τρόπον ώστε η σάρωση της ακτίνας να πραγματοποιείται με σταθερή ταχύτητα και να διαρκεί χρόνο ίσο με την βάση χρόνου για την τεθείσα κλίμακα. Το πηνίο περιστρέφεται περίξ του λαιμού της λυχνίας σε συγχρονισμό με την κεραία. Για την περιστροφή του πηνίου, διατίθεται αυτόματο σύστημα ελέγχου το οποίο συνεχώς παρακολουθεί την διόπτρευση της κεραίας και φροντίζει ώστε η σάρωση στον ενδείκτη να διαγράφει ίχνος στην κατεύθυνση προς την οποία κάθε φορά είναι εστραμμένη η κεραία. Για την ένδειξη των στόχων, το σήμα video εφαρμόζεται συνήθως στην κάθοδο της λυχνίας και προκαλεί έκλυση μεγαλύτερης ποσότητας ηλεκτρονίων, ώστε να φωτίζεται εντονότερα η κηλίδα, στο σημείο το οποίο αυτή ευρίσκεται, όταν ο δέκτης δέχεται τις επιστροφές. Όσο ισχυρότερη είναι η επιστροφή, τόσο εντονότερα φωτίζεται η κηλίδα.

Το ιδιαίτερο μειονέκτημα των ενδεικτών αυτών, είναι ότι λόγω της περιστροφής του πηνίου, προκαλείται θόρυβος από την λειτουργία του προς τούτο διατιθέμενου κινητήρα. Ο θόρυβος αυτός στους παλαιότερας τεχνολογίας ενδείκτες είναι ιδιαίτερα ενοχλητικός. Δια την εξάλειψη αυτού του θορύβου επινοήθηκε

σύστημα εκτροπής με δύο σταθερά πηνία κάθετα αλλήλων όπως στο σχήμα 1-11. Το ένα πηνίο καλείται, οριζόντιας εκτροπής και το έτερο, κατακόρυφης εκτροπής. Στα πηνία αυτά, διοχετεύεται από την γεννήτρια βάσεως χρόνου μεταβαλλόμενη τάση, εις τρόπον ώστε το ποσοστό οριζόντιας και κατακόρυφης εκτροπής να προκαλεί σάρωση της φωτεινής κηλίδας κατά την ακτίνα όπως προηγουμένως. Σήμερα οι ενδείκτες με τα σταθερά πηνία εκτροπής έχουν καθ' ολοκληρία επικρατήσει.



Σχήμα 1-11: Πηνία οριζόντιας και κατακόρυφης εκτροπής

Ας υποθεθεί ότι η κεραία είναι ακίνητη με τον άξονα της δέσμης της στο οριζόντιο επίπεδο να σκοπεύει  $90^\circ$  δεξιά από την γραμμή της πλώρης (σχήμα 1-12). Έστω ότι ένας στόχος ευρίσκεται στην απόσταση των 12 nm και ότι ο ενδείκτης έχει τοποθετηθεί στην κλίμακα των 12 nm (βάση χρόνου περίπου 150 msec). Την στιγμή κατά την οποία ένας παλμός εκπέμπεται από την κεραία, η φωτεινή κηλίδα στον ενδείκτη ξεκινά από το κέντρο προς την περιφέρεια της οθόνης, προς την σχετική διόπτρευση  $90^\circ$ . Στην κλίμακα των 12 nm, απαιτούνται μόλις περίπου 150 msec για την διαδρομή της φωτεινής κηλίδας από το κέντρο στην περιφέρεια. Λόγω της παραμένουσας λαμπρότητας του ενδείκτη, η διαδρομή της φωτεινής κηλίδας εμφανίζεται ως μία φωτεινή ακτίνα (radial line). Σε ένα σωστά ρυθμισμένο ενδείκτη, η λαμπρότητα ελέγχεται με το ποτενσιόμετρο BRILLIANCE, έτσι ώστε αυτή η ακτίνα να είναι αμυδρά φωτεινή, διότι η κάθε επιστρέφουσα ηχώ, εμφανίζεται με μία αυξημένη φωτεινότητα της κηλίδας καθώς αυτή διαδρομεί την ακτίνα.

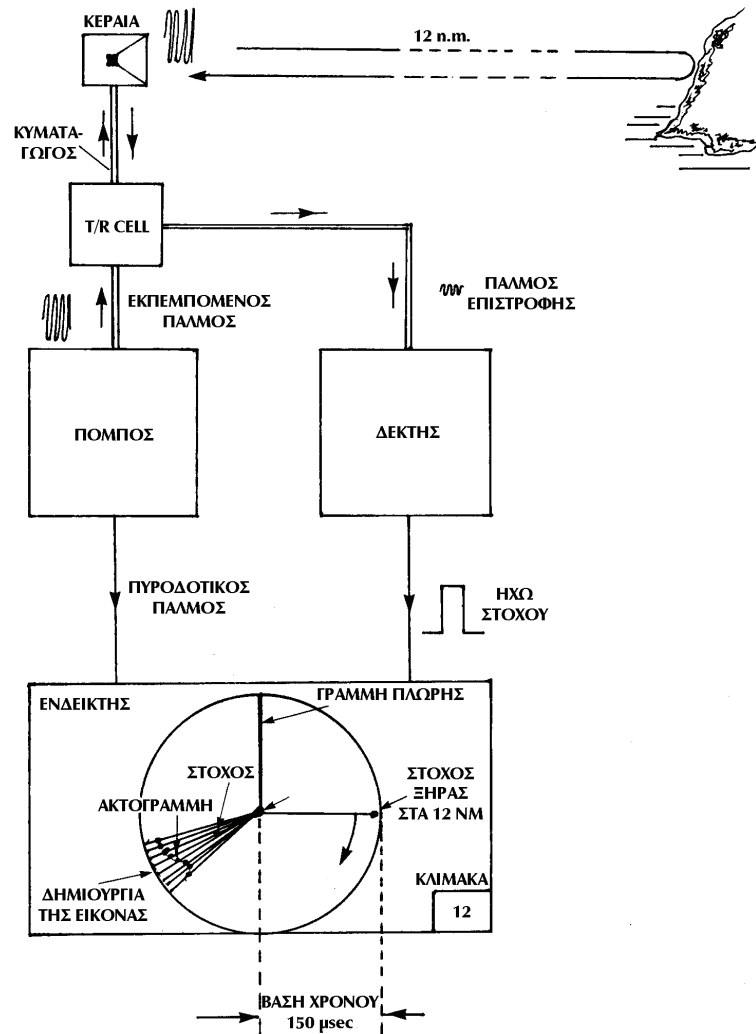
Στο παράδειγμα, η ηχώ επιστρέφει την στιγμή κατά την οποία η φωτεινή κηλίδα ευρίσκεται στην περιφέρεια του ενδείκτη και έτσι προκαλείται σε εκείνο το σημείο ένα φωτεινό στίγμα, η απόσταση του οποίου, μετρούμενη από το κέντρο του ενδείκτη, είναι 12 nm (η απόσταση της τεθείσας κλίμακας). Με τον ίδιο συλλογισμό, εάν ένας στόχος ευρίσκεται στην απόσταση των 6 nm, η ηχώ του επιστρέφει όταν η φωτεινή κηλίδα έχει διαδρομήσει το μισό της ακτίνας και επομένως σε εκείνο το σημείο εμφανίζεται ένα φωτεινό στίγμα, το οποίο δηλώνει παρουσία στόχου στα 6 nm.

Καθώς η κεραία περιστρέφεται, διαδοχικές φωτεινές ακτίνες σαρώνουν τον ενδείκτη κατά την ίδια φορά περιστροφής με την κεραία. Αποτέλεσμα είναι να σχηματίζεται μία επίπεδη όψη της ερευνώμενης περιοχής πέριξ του πλοίου, η οποία εμφανίζει τους στόχους στην ορθή γωνιακή συσχέτιση μεταξύ τους.

Αναφέρθηκε προηγουμένως ότι μία ηχώ εμφανίζεται στον ενδείκτη ως μια φωτεινή κηλίδα. Η ηχώ εμφανίζεται μία φορά ανά περιστροφή της κεραίας και η παραμένουσα λαμπρότητα του ενδείκτη εξασφαλίζει ότι η κηλίδα παραμένει φωτεινή κατά κανόνα μέχρι την επόμενη περιστροφή της κεραίας. Συμπερασματικά οι θεμελιώδεις ιδιότητες του ενδείκτη τύπου PPI είναι:

- α. Κάθε αξονική γραμμή (σάρωση) εκκινεί την στιγμή κατά την οποία εκπέμπεται παλμός από την κεραία.

- β. Η ταχύτητα της φωτεινής κηλίδας ρυθμίζεται από την επιλογή της κλίμακας, ώστε η φωτεινή κηλίδα να σαρώνει την ακτίνα του ενδείκτη σε χρόνο ίσο με την βάση χρόνου για την τοποθετημένη κλίμακα.
- γ. Η επιστρέφουσα ηχώ, προκαλεί αυξημένη φωτεινότητα στην φωτεινή κηλίδα στο σημείο στο οποίο ευρίσκεται η κηλίδα όταν η ηχώ επιστρέφει.



Σχήμα 1-12: Δημιουργία εικόνας ραντάρ σε ενδείκτη PPI

Όταν η δέσμη ραντάρ περνά από την διαμήκη γραμμή πλήρης-πρύμης στην κατεύθυνση προς την πλήρη, μερικές διαδοχικές ακτινικές γραμμές φωτίζονται ισχυρότερα για να εμφανίσουν την λεγόμενη γραμμή πλήρης (heading marker). Έτσι είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η διόπτευση ενός στόχου μετρώντας το γωνιακό άνοιγμα μεταξύ της γραμμής πλήρης και της γραμμής διοπτύσεως του στόχου.

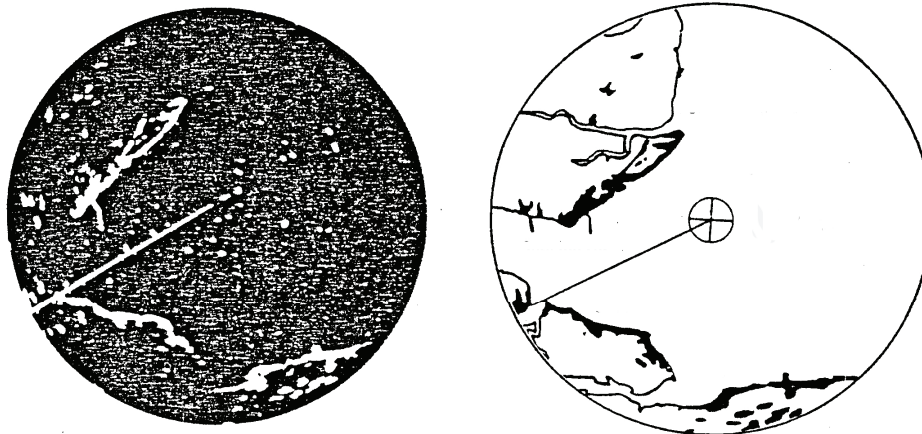
Εξετάζοντας το δομικό διάγραμμα ραντάρ του σχήματος 1-3, για την δημιουργία αυτής της εικόνας PPI, τέσσερα (4) σήματα εισόδου στον ενδείκτη είναι απαραίτητα:

- Παλμός συγχρονισμού (trigger): Αυτός ο παλμός μέσω των κυκλωμάτων βάσεως χρόνου εξασφαλίζει ότι η κάθε σάρωση εκκινεί την στιγμή της εκπομπής του κάθε παλμού.
- Video: Η έξοδος από τον ενισχυτή video περιέχει εξάρσεις οι οποίες δηλώνουν παρουσία στόχων. Κάθε στόχος σε μία συγκεκριμένη σάρωση, προκαλεί φωτεινό στίγμα επί της οθόνης ένεκα

διεγέρσεως περισσότερων ηλεκτρονίων από την κάθοδο της λυχνίας. Το φωτεινό στίγμα εμφανίζεται σε χρονική στιγμή μετά την εκπομπή του παλμού ο οποίος προκάλεσε την εκκίνηση της συγκεκριμένης σαρώσεως. Ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί από την έναρξη της σαρώσεως μέχρι να εμφανιστεί το φωτεινό στίγμα, είναι ο ίδιος ο οποίος απαιτείται για τον παλμό ραντάρ να φθάσει τον στόχο και να επιστρέψει, άρα ο χρόνος αυτός είναι ευθέως ανάλογος της αποστάσεως του στόχου, και συνεπώς η απόσταση του φωτεινού στίγματος από το κέντρο της σαρώσεως είναι ενδεικτική της αποστάσεως του στόχου.

- γ. Σήμα περιστροφής κεραίας (rot): Για να εξασφαλιστεί περιφερειακή έρευνα, η κεραία περιστρέφεται συνεχώς και αυτομάτως κατά την δεξιόστροφη φορά (όταν κοιτάζεται από επάνω) με σταθερή γωνιακή ταχύτητα περιστροφής. Ένα σήμα αντιπροσωπευτικό αυτής της περιστροφής, είτε σε αναλογική μορφή, είτε κωδικοποιημένο ψηφιακά, τροφοδοτεί τον ενδείκτη, και προκαλεί την περιστροφή της σαρώσεως με την ίδια γωνιακή ταχύτητα σε συγχρονισμό με την κεραία. Επομένως, όλοι οι στόχοι σε μία περιστροφή κεραίας εμφανίζονται στην ορθή γωνιακή συσχέτιση μεταξύ τους.
- δ. Παλμός γραμμής πλώρης (heading marker signal (HM circuit)): Ο παλμός αυτός εκπορεύεται επίσης από την κεραία και προκαλεί μεγαλύτερη φωτεινότητα σε έναν αριθμό διαδοχικών σαρώσεων την στιγμή κατά την οποία ο άξονας της δέσμης περνά από την διαμήκη γραμμή πλώρης – πρύμης προς την κατεύθυνση της πλώρης. Αποτέλεσμα είναι να εμφανίζεται μία φωτεινή ακτίνα στον ενδείκτη, η οποία αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση της πλώρης του πλοίου. Η κατεύθυνση αυτή, αποτελεί την κατεύθυνση αναφοράς για την μέτρηση των διοπτύσεων.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα τέσσερα (4) παραπάνω σήματα εισόδου δημιουργούν μια όπως αποκαλείται μη σταθεροποιημένη εικόνα σχετικής κινήσεως (non stabilized – relative motion). Επί πλέον είσοδος της πορείας του πλοίου από την γυροπυξίδα απαιτείται για την δημιουργία μίας σταθεροποιημένης και προσανατολισμένης εικόνας (azimuth stabilization) ως εις σχήμα 1-13. Έτσι αποκτάται μία εικόνα παρόμοια με την εικόνα του ναυτιλιακού χάρτη για την όλη περιοχή της ερευνώμενης κλίμακας. Επί πλέον είσοδος της ταχύτητας του πλοίου από το δρομόμετρο απαιτείται για την δημιουργία εικόνας αληθούς κινήσεως (true motion). Για τους προσανατολισμούς εικόνας ραντάρ και για την φαινόμενη κίνηση των στόχων σε ενδείκτη σχετικής ή αληθούς κινήσεως, γίνεται εκτενής λόγος στο επόμενο κεφάλαιο.



Σχήμα 1-13: Ενδείκτης PPI σε σύγκριση με τον ναυτιλιακό χάρτη της περιοχής

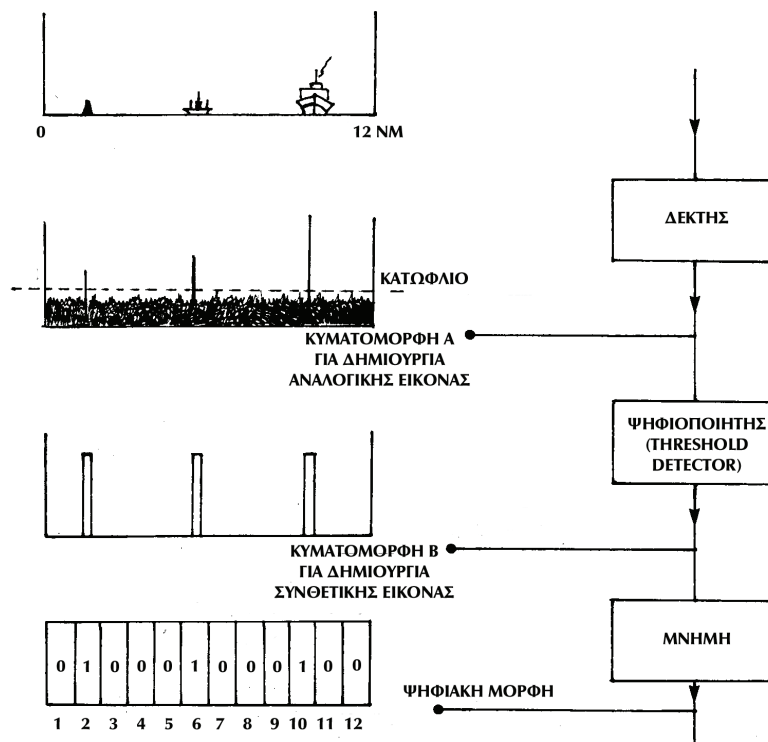
### Συνθετικός ενδείκτης αξονικής σαρώσεως

Το κύριο χαρακτηριστικό των μέχρι τώρα ενδεικτών οι οποίοι εξετάστηκαν, είναι ότι μία ηχώ εμφανίζεται την ίδια χρονική στιγμή με την επιστροφή της ανακλάσεως του παλμού από τον στόχο, δηλαδή σε πραγματικό χρόνο. Για τον λόγο αυτό, καλούνται ενδείκτες πραγματικού χρόνου (real time displays). Πριν από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, αυτοί οι ενδείκτες ήσαν οι μόνοι χρησιμοποιούμενοι για την δημιουργία της



εικόνας ραντάρ και ο όρος 'real time' σπάνια χρησιμοποιείται. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, εμφανίστηκαν οι συνθετικοί ενδείκτες (synthetic displays), στους οποίους οι πληροφορίες οι οποίες συνιστούν την εικόνα ραντάρ, αποθηκεύονται αρχικά σε μνήμη και στην συνέχεια ανασύρονται για εμφάνιση. Τελευταία, μία περισσότερο προηγμένη τεχνολογία εμφανίζει την εικόνα ραντάρ σε οθόνες TV (raster scan), επίσης σε μη πραγματικό χρόνο. Με την τεχνολογική αυτή πρόοδο, σχεδόν εξέλειψαν οι ενδείκτες πραγματικού χρόνου.

Οι πληροφορίες οι οποίες περιέχονται σε μία συγκεκριμένη αξονική γραμμή σαρώσεως, δύνανται να κωδικοποιηθούν ψηφιακά και σε αυτήν την μορφή να αποτελέσουν μία ψηφιακή λέξη, καλούμενη λέξη αποστάσεως (range word). Στο σχήμα 1-14 παρουσιάζεται η κωδικοποίηση της αποστάσεως σε μία αξονική γραμμή, η οποία αντιπροσωπεύει μία συγκεκριμένη διόπτευση. Προς την διόπτευση αυτή ευρίσκονται ένας σημαντήρας, ένας μικρός στόχος και ένας μεγάλος στόχος, σε διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ τους.



Σχήμα 1-14: Αποθήκευση αποστάσεως

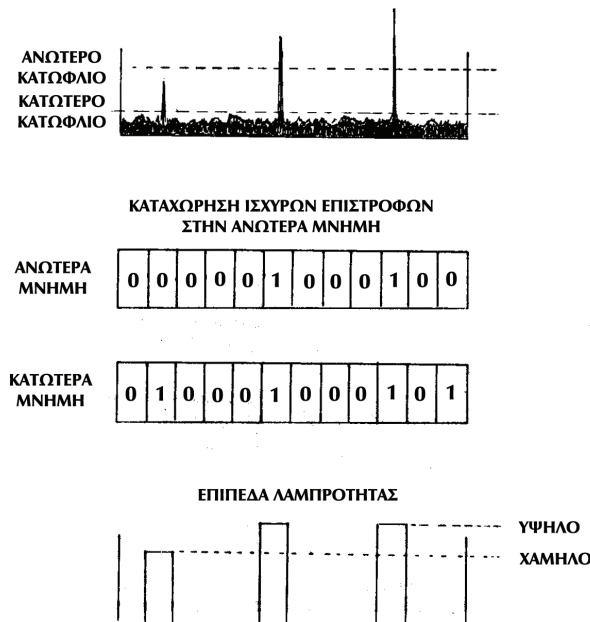
Για λόγους απλότητας, ας υποθεθεί ότι όλες οι ανεπιθύμητες επιστροφές απορρίπτονται διότι δεν υπερβαίνουν το κατώφλι εντοπισμού (threshold). Το κατώφλι εντοπισμού είναι τεχνικά ρυθμιζόμενο και αποτελεί τον μηχανισμό απορρίψεως του θορύβου. Έτσι η κυματομορφή 'Α' είναι το σήμα video για την συγκεκριμένη σάρωση, στην οποία εμφανίζονται τρεις επιστροφές με διαφορετική ένταση, από τους παραπάνω στόχους. Αυτό το σήμα σχηματίζει την εικόνα σε ένα PPI πραγματικού χρόνου αναλογικής τεχνολογίας με λυχνία καθοδικού παλμογράφου. Στα συστήματα τα οποία εμφανίζουν συνθετική εικόνα, το παραπάνω σήμα οδηγείται σε έναν ανιχνευτή κατωφλίου (threshold detector). Ο ανιχνευτής κατωφλίου δεν δίδει έξοδο όταν το σήμα στην είσοδο έχει τιμή μικρότερη της τιμής του κατωφλίου εντοπισμού. Εάν το σήμα στην είσοδο υπερβαίνει το κατώφλι, η έξοδος δίδει παλμό σταθερού εύρους όπως παρουσιάζεται στην κυματομορφή 'Β'. Τιθέμενο το κατώφλι εντοπισμού μόλις υπεράνω της στάθμης του θορύβου, η έξοδος του ανιχνευτή, αναδεικνύει την παρουσία ή απουσία στόχων στην συγκεκριμένη σάρωση.

Η κυματομορφή 'Β' στην συνέχεια χρησιμοποιείται για την δημιουργία μίας ψηφιακής λέξεως, η οποία αποθηκεύεται στην μνήμη. Στο ανωτέρω πολύ απλό παράδειγμα, 12 ψηφία (bits) χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση της αποστάσεως των 12 nm. Η απόσταση του κάθε στόχου δηλώνεται από την θέση του

ψηφίου στην ψηφιακή λέξη, στην οποία έχει καταχωρηθεί λογικό '1'. Εάν για παράδειγμα λογικό '1' έχει καταχωρηθεί στο έκτο 6<sup>ο</sup> ψηφίο, τούτο δηλώνει παρουσία στόχου, του οποίου η απόσταση είναι μεταξύ 5 και 6 nm.

Στην πραγματικότητα ένας μεγάλος αριθμός ψηφίων χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση της αποστάσεως των 12 nm. Αν υποθεθεί ότι χρησιμοποιούνται 1200 ψηφία, τότε το κάθε ψηφίο αντιπροσωπεύει απόσταση πολλαπλάσια των  $12 / 1200 = 0,01$  nm ή 18.52 m. Για παράδειγμα εάν λογικό '1' έχει καταχωρηθεί στο πρώτο αριστερό ψηφίο, τούτο δηλώνει παρουσία στόχου του οποίου η απόσταση είναι μεταξύ 0 και 18.52 m. Παρομοίως εάν λογικό '1' έχει καταχωρηθεί στο 643<sup>ο</sup> ψηφίο, τούτο δηλώνει παρουσία στόχου, του οποίου η απόσταση είναι μεταξύ  $(12 / 1200) * 642 = 6,42$  nm και 6,43 nm.

Στόχοι με μεγάλη ανακλαστική επιφάνεια, συμβαίνει να δηλώνουν την παρουσία τους σε περισσότερα από ένα παραπλήσια ψηφία. Τέλος η ύπαρξη περισσότερων του ενός κατώφλιων, προσφέρει το πλεονέκτημα διαχωρισμού των στόχων οι οποίοι παρουσιάζουν ισχυρότερη ηχώ από άλλους με ασθενέστερη ηχώ (σχήμα 1-15). Εάν για παράδειγμα υπάρχουν δύο κατώφλια, κάθε σάρωση κωδικοποιείται με δύο ψηφιακές λέξεις, στην μία από τις οποίες καταχωρούνται οι ισχυρές μόνο επιστροφές, οι οποίες δυνατόν να εμφανίζονται με εντονότερη φωτεινότητα ή με εντονότερο χρώμα στους έγχρωμους ενδείκτες.



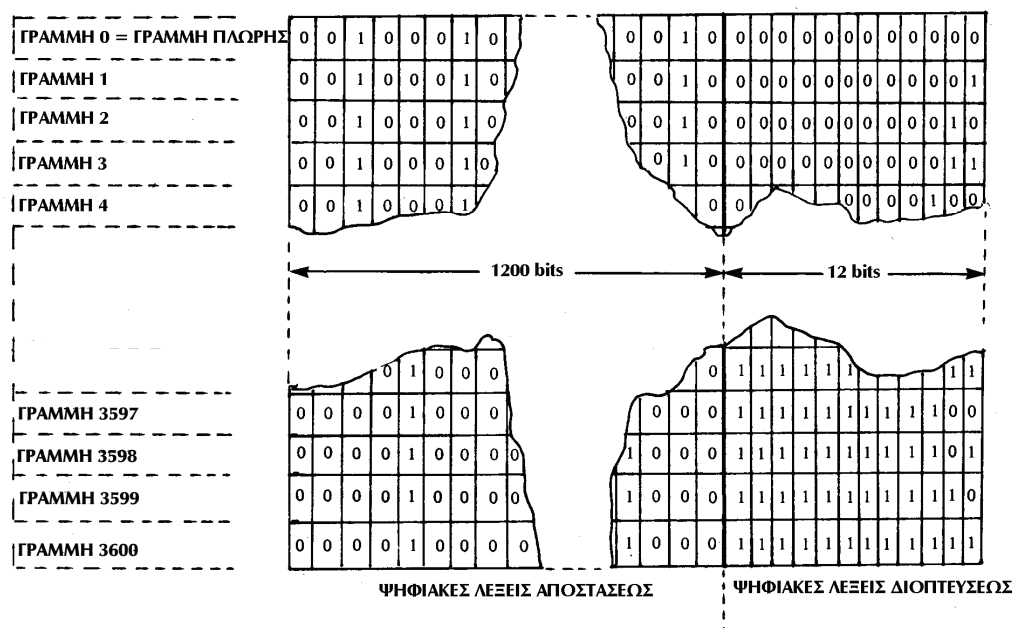
Σχήμα 1-15: Κωδικοποίηση αποστάσεως με δύο κατώφλια

Τα δεδομένα της αποστάσεως για την όλη εικόνα περιφερειακά, δύνανται να καταχωρηθούν δια επαναλήψεως της ίδιας διαδικασίας για κάθε σάρωση. Αν για παράδειγμα υποθεθεί ότι το PRF είναι 1200 Hz (1200 παλμοί / sec) και ότι η κεραία περιστρέφεται με 20 rpm, δηλαδή διαγράφει μία περιστροφή (360<sup>ο</sup>) σε 3 sec, δύναται να ληφθεί ότι η εικόνα ραντάρ σχηματίζεται με  $3 * 1200 = 3600$  ακτινικές γραμμές σαρώσεως, ήτοι 10 ακτινικές γραμμές σαρώνουν περιοχή γωνιακού ανοίγματος μίας (1) μοίρας, ή μία αξονική γραμμή σαρώνει περιοχή γωνιακού ανοίγματος ενός δέκατου (0,1) της μοίρας. Επομένως για την όλη εικόνα περιφερειακά, απαιτούνται 3600 ψηφιακές λέξεις αποστάσεως των 1200 bits εκάστη, οι οποίες σχηματίζουν ένα πινάκα καλούμενο memory matrix. Κάθε ψηφιακή λέξη κωδικοποιεί την απόσταση σε μία συγκεκριμένη διόπτειση, διαφέρουσα από την προηγούμενη κατά 0,1<sup>ο</sup>, πάντοτε στο συγκεκριμένο παράδειγμα.

Εάν οι ψηφιακές λέξεις καταχωρηθούν εν σειρά, η πληροφορία της διοπτεισεως δηλώνεται από την θέση την οποία κατέχει η συγκεκριμένη λέξη στον πίνακα. Η σειρά κάθε ψηφιακής λέξεως δύναται να δηλωθεί με απλή αρίθμηση κωδικοποιημένη ψηφιακά και σε αυτήν την μορφή αποτελεί μία ψηφιακή λέξη, καλούμενη

λέξη διοπτύσεως (bearing word). Υπάρχουν πολλοί τρόποι ψηφιακής κωδικοποίησης της διοπτύσεως, ένας από τους οποίους είναι να χρησιμοποιηθεί μια συσκευή, η οποία παράγει αυξανόμενους ψηφιακούς αριθμούς, καθώς περιστρέφεται σε συγχρονισμό με την κεραία. Στην πράξη συνήθως χρησιμοποιούνται 12 ψηφία (bits) για την κωδικοποίηση της διοπτύσεως και δύνανται με αυτά να κωδικοποιηθούν  $2^{12} = 4096$  διαφορετικές διοπτύσεις.

Από τα προηγούμενα είναι φανερό ότι, θεωρητικά, η συνολική εικόνα ραντάρ με τα δεδομένα της αποστάσεως και διοπτύσεως δύνανται να αποθηκευτεί σε ένα πίνακα 1212 στηλών και 3600 γραμμών ως εις σχήμα 1-16, πάντοτε στο συγκεκριμένο παράδειγμα. Η απόσταση κάθε στόχου δηλώνεται από την στήλη στην οποία είναι αποθηκευμένο λογικό '1', ενώ η διοπτύση προσδιορίζεται από την γραμμή στην οποία αυτό ευρίσκεται. Αφού περατωθεί η αποθήκευση των στοιχείων, δύνανται αυτά να ανασυρθούν και να διοχετευτούν στον ενδείκτη μετά από επεξεργασία. Η χρονική καθυστέρηση λόγω αποθηκείσεως και ανακλήσεως των πληροφοριών, είναι αμελητέα και προφανώς μη αντιληπτή από τον χειριστή.

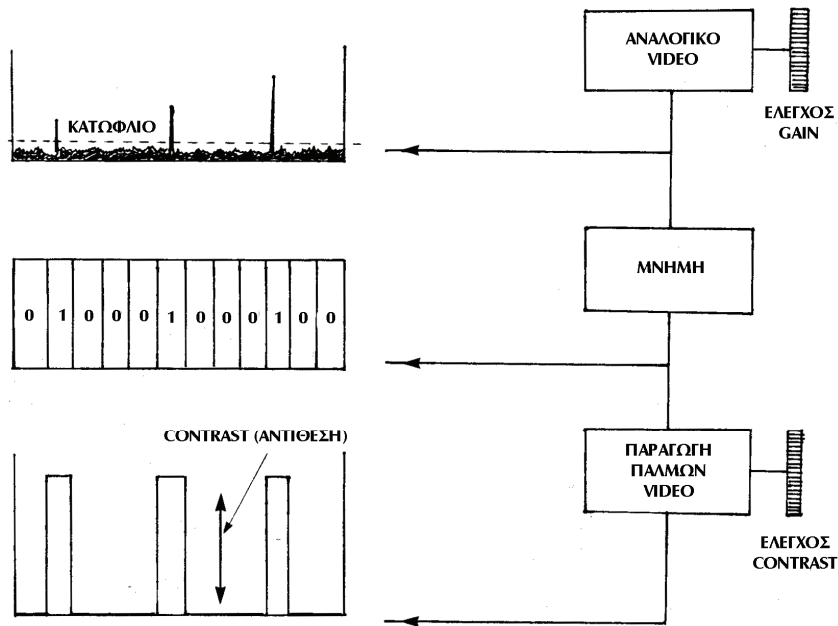


Σχήμα 1-16: Πίνακας ψηφιακής κωδικοποίησης της εικόνας ραντάρ

Όσον αφορά την παραγωγή της εικόνας ραντάρ, για κάθε ένδειξη υπάρξεως στόχου στον πίνακα (λογικό '1') παράγεται ένας παλμός ίδιου μεγέθους και σχήματος, ο οποίος προκαλεί την εμφάνιση φωτεινού στίγματος στον ενδείκτη στην σωστή απόσταση και διοπτύση του στόχου. Η παραγωγή των παλμών αυτών είναι τεχνητή δια να δείξουν την παρουσία ή όχι στόχων σε μία συγκεκριμένη διοπτύση ως εις σχήμα 1-17.

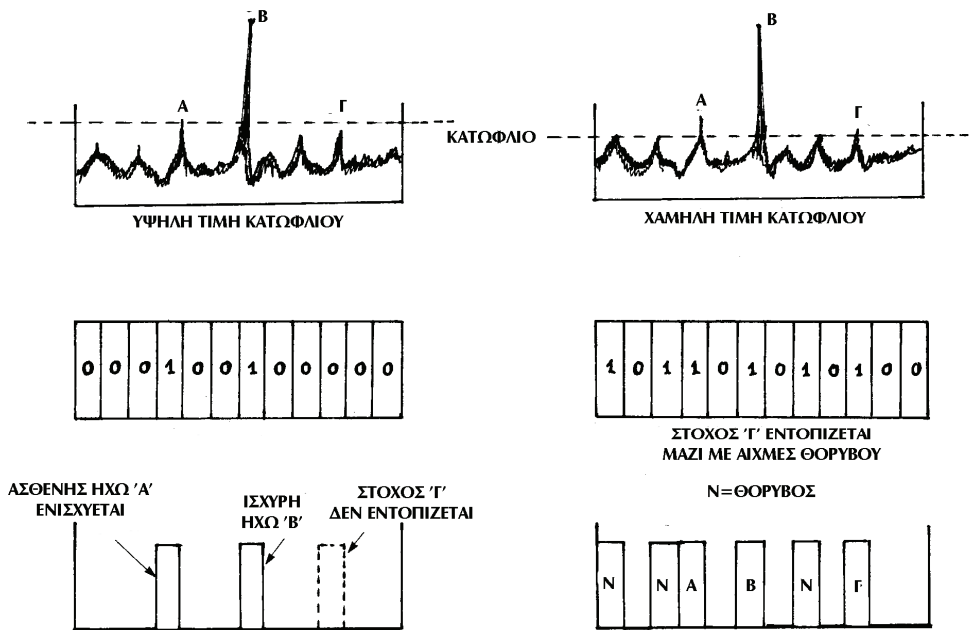
Η απαιτούμενη ποσότητα μνήμης για την αποθήκευση της εικόνας σε μία περιστροφή της κεραίας είναι σημαντική (περίπου 5.000.000 bits). Σε συστήματα παλαιότερας τεχνολογίας, τα οποία εφαρμόζουν απλή επεξεργασία, είναι αρκετή η αποθήκευση στην μνήμη ενός μικρού κυκλικού τομέα. Καθώς η κεραία περιστρέφεται, νέα δεδομένα αποθηκεύονται στην θέση των προηγούμενων αποθηκευμένων, τα οποία εν τω μεταξύ έχουν διοχετευτεί στον ενδείκτη. Στα νεότερης τεχνολογίας συστήματα με μεγαλύτερες απαιτήσεις σύνθετης επεξεργασίας, όπως η διαδικασία 'scan conversion', η οποία συζητείται στην συνέχεια, απαιτείται αποθήκευση της πλήρους της εικόνας.

Οι κατασκευαστές έχουν αξιοποιήσει την δυνατότητα τεχνητής αναπαραγωγής της εικόνας ραντάρ ποικιλοτρόπως. Η συνθετική ψηφιακή εικόνα έχει αρκετά πλεονεκτήματα και υπερέχει σε ορισμένα χαρακτηριστικά έναντι της παραδοσιακής αναλογικής εικόνας πραγματικού χρόνου. Πάντως έχει και περιορισμούς και πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι διαδικασίες ρυθμίσεως των ενδεικτών πραγματικού χρόνου δεν ευρίσκουν εφαρμογή στους ενδείκτες συνθετικής εικόνας. Για τις διαδικασίες ρυθμίσεων γίνεται λόγος στο επόμενο κεφάλαιο.



Σχήμα 1-17: Παραγωγή της εικόνας ραντάρ

Πιθανότητα εντοπισμού: Στους ενδείκτες συνθετικής εικόνας, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι παλμοί οι οποίοι προκαλούν την ένδειξη στόχων είναι τεχνητοί. Λίαν ασθενείς ηχώ, οι οποίες μόλις υπερβαίνουν το κατώφλι εντοπισμού, εμφανίζονται ως στόχοι με μεγάλη ανακλαστική επιφάνεια και με ικανή λαμπρότητα. Τούτο συμβάλει στην αύξηση της πιθανότητας εντοπισμού των στόχων μικρής ανακλαστικής επιφάνειας. Ο εντοπισμός εξαρτάται βασικά από την ρύθμιση του κατωφλίου ως εις σχήμα 1-18.



Σχήμα 1-18: Εντοπισμός στόχου και ρύθμιση κατωφλίου

Λαμπρότητα εικόνας: Κάθε επιλογή διαφορετικής κλίμακας προσδιορίζει διαφορετικό ρυθμό εγγραφής των δεδομένων στην μνήμη καθόσον αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο. Αν και η αποθήκευση της εικόνας ραντάρ στην μνήμη λαμβάνει χώρα σε πραγματικό χρόνο, η διοχέτευση των στοιχείων στον ενδείκτη δύναται να πραγματοποιηθεί με ρυθμό ανεξαρτήτως της βάσεως χρόνου για την επιλεγείσα κλίμακα. Τούτο σημαίνει ότι στους συνθετικούς ενδείκτες δεν απαιτούνται πολύπλοκα κυκλώματα παραγωγής διαφορετικής βάσεως χρόνου για κάθε κλίμακα. Ως εκ τούτου, είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται μία μόνο βάση χρόνου για όλες τις κλίμακες και εκείνο το οποίο αλλάζει με τις αλλαγές κλίμακας, είναι ο διαφορετικός ρυθμός διοχέτευσης των πληροφοριών από την μνήμη. Συνήθως χρησιμοποιείται η σταθερή βάση χρόνου των 12 nm (περίπου 150 μsec). Αποτέλεσμα είναι να παράγεται μία εικόνα ορατή υπό συνθήκες φωτισμού ακόμη και ημέρας, χωρίς να απαιτείται παρά μικρή σκίαση, ενώ πλήρης σκίαση, με ειδική χοάνη, είναι απαραίτητη σε ενδείκτη πραγματικού χρόνου την ημέρα.

Στους ενδείκτες πραγματικού χρόνου, στις μικρές κλίμακες, η βάση χρόνου είναι μικρή και η φωτεινή κηλίδα κινείται τόσο ταχέως, ώστε το ίχνος της δεν είναι αρκετά φωτεινό. Το αντίθετο συμβαίνει σε μεγάλες κλίμακες. Στην περίπτωση της συνθετικής εικόνας, σε κλίμακες μικρότερες των 12 nm, η σάρωση αποτυπώνεται με πιο αργό ρυθμό και τούτο συμβάλλει στην περισσότερη φωτεινότητα. Σε κλίμακες μεγαλύτερες των 12 nm, αν και η αποτύπωση της σαρώσεως πραγματοποιείται με ταχύτερο ρυθμό απ' ό τι στον ενδείκτη πραγματικού χρόνου, άρα θα προέκυπτε λιγότερο φωτεινό αποτέλεσμα, τα στοιχεία διοχέτευονται περισσότερες από μία φορές στο χρονικό διάστημα μεταξύ των παλμών και τούτο συμβάλλει επίσης στην αύξηση της φωτεινότητας.

Παρά την σημαντικά αυξημένη φωτεινότητα ενός ενδείκτη συνθετικής εικόνας, σε συνθήκες πολύ έντονου περιβάλλοντος φωτισμού, κάποιας μορφής σκίαση είναι απαραίτητη. Να σημειωθεί ότι οι ενδείκτες συνθετικής εικόνας, οι οποίοι συζητούνται μέχρι τώρα, είναι ενδείκτες PPI αξονικής σαρώσεως. Τελευταία με την εμφάνιση των ενδεικτών συνθετικής εικόνας raster, οι οποίοι ομοιάζουν περισσότερο με τηλεοράσεις (television-type displays), όπως εξηγείται στην συνέχεια, η φωτεινότητα είναι αρκετά εντονότερη, ώστε να μη απαιτείται οιοδήποτε είδους σκίαση.

Θόρυβος: Για έναν ακόμη λόγο, η σταθερή βάση χρόνου (12 nm) σε οποιαδήποτε κλίμακα συνιστά πλεονέκτημα. Στις πολύ μικρές κλίμακες υπάρχουν τεχνικές δυσκολίες για την περιστροφή της σαρώσεως με τα σταθερά ηλεκτρομαγνητικά πηνία εκτροπής, επειδή η ταχύτητα της φωτεινής κηλίδας κατά την σάρωση είναι εξαιρετικά μεγάλη. Εκεί θα έπρεπε ίσως να χρησιμοποιηθεί περιστρεφόμενο πηνίο με το μειονέκτημα του θορύβου. Με την χρησιμοποίηση σταθερής βάσεως χρόνου (12 nm), είναι δυνατή η ομαλή περιστροφή της σαρώσεως σε κάθε κλίμακα με χρησιμοποίηση σταθερών ηλεκτρομαγνητικών πηνίων. Επί πλέον τα σταθερά αυτά πηνία, διευκολύνουν περισσότερο την δημιουργία γραφικών στην οθόνη.

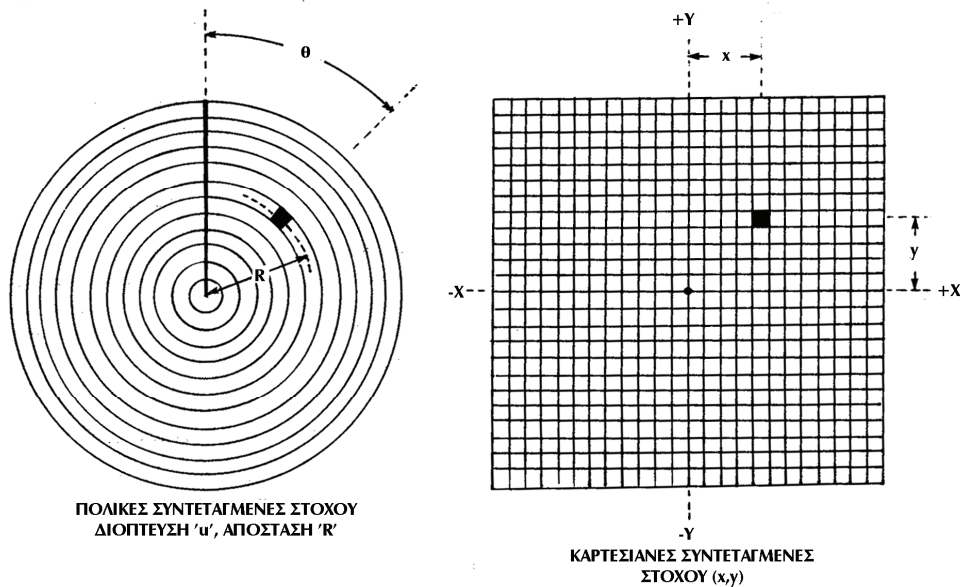
Λαμπρότητα της ηχώ: Στον αναλογικό ενδείκτη, οι ηχώ εμφανίζονται με διαφορετική λαμπρότητα αναλόγως της ισχύος του σήματος της επιστροφής. Η λαμπρότητα μεταβάλλεται σε μεγάλο εύρος από την τιμή λαμπρότητας μίας αιχμής θορύβου μέχρι την τιμή της λαμπρότητας μίας ηχώ η οποία φέρει σε κορεσμό τον δέκτη. Στον συνθετικό ενδείκτη, αυτή η διαβάθμιση λαμπρότητας χάνεται και παραμένουν συνήθως ένα, δύο, τρία ή περισσότερα διακριτά επίπεδα λαμπρότητας. Είναι φανερό ότι κατά την διαδικασία της ψηφιακής κωδικοποίησης, κάποια δυνατότητα την οποία είχε ο χειριστής να συνάγει συμπεράσματα με απλή παρατήρηση του αναλογικού video, χάνεται. Μερικές πολύ σύγχρονες συσκευές διαθέτουν μεγαλύτερο αριθμό επιπέδων λαμπρότητας (10 έως 20) αν και πολλοί ισχυρίζονται ότι ο φωσφορίζων ενδείκτης δεν δύναται να εμφανίσει περισσότερα από έξι έως οκτώ επίπεδα λαμπρότητας. Πάντως δεν παύει να χάνεται η αμεσότητα του χειριστή με το αναλογικό video και τούτο θεωρείται μειονέκτημα των συνθετικών ενδεικτών.

Αναγνώριση ακτογραμμής: Η ικανότητα του ναυτιλιακού ραντάρ να εμφανίσει την λεπτομέρεια μίας ακτογραμμής είναι πολύ περιορισμένη επειδή το μέγεθος και σχήμα κάθε ηχώ στον ενδείκτη – όπως εξηγείται σε επόμενο εδάφιο – δεν εξαρτάται κατά κανόνα από το μέγεθος και σχήμα του στόχου ο οποίος την προκαλεί. Οι τεχνητές ηχώ στους συνθετικούς ενδείκτες δίδουν την εντύπωση ακόμη μεγαλύτερης παραμορφώσεως.

### **Συνθετικός ενδείκτης raster scan**

Από το 1985 και μετέπειτα, υπάρχει η τάση εκτεταμένης χρησιμοποίησης ενδείκτη τηλεοράσεως για την εμφάνιση της συνθετικής εικόνας ραντάρ. Αυτού του τύπου οι ενδείκτες καλούνται κοινώς 'raster'. Raster είναι το όνομα το οποίο δόθηκε στην διάταξη των οριζόντιων γραμμών, οι οποίες σχηματίζουν μία

τηλεοπτική εικόνα. Για την εμφάνιση της εικόνας ραντάρ σε ένα ενδείκτη αυτού του τύπου, με διάταξη οριζοντίων γραμμών, είναι απαραίτητος ο μετασχηματισμός των αποθηκευμένων δεδομένων σε μία διαφορετική μορφή. Τα δεδομένα τα οποία συνιστούν την εικόνα ραντάρ, αποθηκεύονται σε πολικές συντεταγμένες διοπτύσεως και αποστάσεως. Η σχετική επεξεργασία προβλέπει τον μετασχηματισμό τους σε καρτεσιανές συντεταγμένες πλάτους και μήκους. Αυτή η τεχνική καλείται scan conversion (σχήμα 1-19).



Σχήμα 1-19: Αρχή scan conversion

Τα περισσότερα τα οποία αναφέρθηκαν για τους συνθετικούς ενδείκτες PPI ισχύουν και για τους ενδείκτες raster. Εν τούτοις, η φωτεινότητα στους τελευταίους είναι εξαιρετικά βελτιωμένη, διότι η εικόνα ανανεώνεται αρκετά συχνότερα. Σε ένα συνθετικό ενδείκτη PPI αξονικής σαρώσεως, αν και είναι δυνατή η περαιτέρω φωτεινότητα μίας γραμμής σαρώσεως δια διοχτεύσεως των αποθηκευμένων πληροφοριών περισσότερες από μία φορές, αυτή η ανανέωση πρέπει να πραγματοποιηθεί μέσα στο χρονικό διάστημα μεταξύ των παλμών. Όταν εκπνεύσει αυτός ο χρόνος, η ίδια γραμμή σαρώσεως έχει την ευκαιρία ανανέωσης μετά από μία πλήρη περιστροφή της κεραίας. Αντίθετα, στους ενδείκτες raster, η ανανέωση των οριζοντίων γραμμών ουσιαστικά δεν εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής της κεραίας. Η τηλεοπτική εικόνα ανανεώνεται περίπου 90 φορές συχνότερα.

Η εξέλιξη των ενδεικτών raster προσφέρει δυνατότητες εμφάνισης και άλλων ναυτιλιακών πληροφοριών επί της περιοχής στην οποία εμφανίζεται η εικόνα ραντάρ ή σε ξεχωριστή περιοχή παραπλεύρως. Παράλληλα, δίδεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης χρωμάτων, τα οποία όχι μόνο προσφέρουν καλαισθησία, αλλά και αποτύπωση πληροφορίας.

## 1.4 Βασικές παράμετροι ραντάρ και συνυφασμένες επιδόσεις

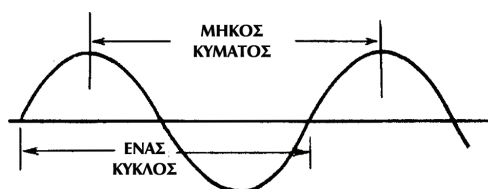
Οι επιδόσεις ενός συστήματος ραντάρ είναι άμεσα συνυφασμένες με τις τιμές των τεχνικών παραμέτρων του. Είναι επομένως σημαντικό να εξετασθούν οι επιδράσεις της κάθε παραμέτρου στις επιδόσεις του ραντάρ.

### 1.4.1 Συχνότητα και μήκος κύματος

Η συχνότητα (συμβολίζεται με το γράμμα 'f') είναι ένα μέγεθος το οποίο δηλώνει πόσες πλήρεις ταλαντώσεις ραδιοκυμάτων εκπέμπονται στην μονάδα του χρόνου, δηλαδή πόσοι κύκλοι εκπέμπονται στο δευτερόλεπτο.

Η μονάδα μετρήσεως της συχνότητας είναι Hz ( $\text{sec}^{-1}$ ). Η συχνότητα ενός ραντάρ προσδιορίζεται από τα χαρακτηριστικά της μικροκυματικής λυχνίας του πομπού (magnetron).

Το μήκος κύματος (συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα 'λ'), είναι ένα μέγεθος το οποίο δηλώνει πόσες μονάδες μήκους διαδρομεί το ηλεκτρομαγνητικό κύμα, κατά την χρονική διάρκεια ενός πλήρους κύκλου (σχήμα 1-20).



Σχήμα 1-20: Μήκος κύματος

Επειδή συμβαίνουν 'f' κύκλοι σε 1 sec, ένας κύκλος συμπληρώνεται σε '1/f' sec. Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται με την ταχύτητα του φωτός 'c =  $3 \cdot 10^8$  m/sec'. Επομένως, η απόσταση την οποία διαδρομεί το ηλεκτρομαγνητικό κύμα κατά την χρονική διάρκεια ενός πλήρους κύκλου είναι:

$$\lambda = \frac{1}{f} \cdot c, \text{ ή } \lambda = \frac{c}{f}$$

Επί τη βάση διεθνούς συμφωνίας, δύο περιοχές συχνοτήτων έχουν εκχωρηθεί προς χρήση στα ναυτιλιακά ραντάρ. Η μία περιοχή χαρακτηρίζεται με το γράμμα X (X-band) και περιλαμβάνει συχνότητες στο εύρος από 9,3 μέχρι 9,5 GHz, ήτοι μήκη κύματος περίπου 3 cm<sup>3</sup>. Η δεύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται με το γράμμα S (S-band) και περιλαμβάνει συχνότητες στο εύρος από 2,9 μέχρι 3,1 GHz, ήτοι μήκη κύματος περίπου 10 cm<sup>4</sup>.

Αν και η εκχώρηση αυτών των συχνοτήτων στα ναυτιλιακά ραντάρ είναι προϊόν διεθνούς συμφωνίας, εν τούτοις υπαγορεύεται από τους νόμους της διαδόσεως της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, κατά τους οποίους το μήκος κύματος πρέπει να είναι της τάξεως των ολίγων εκατοστών του μέτρου, προκειμένου να διατηρούνται το βάρος και οι διαστάσεις της κεραίας σε αποδεκτά επίπεδα, ώστε να δύναται να εγκατασταθεί σε ιστό πλοίου και να περιστρέφεται χωρίς εμπόδια. Μήκη κύματος μεγαλύτερα από 10 cm κρίνονται ακατάλληλα διότι αυξάνουν υπερβολικά το βάρος και τις διαστάσεις της κεραίας για το ίδιο εύρος δέσμης.

Από την άλλη, μήκη κύματος μικρότερα από περίπου 3 cm είναι επίσης ακατάλληλα, διότι αν και οι διαστάσεις και τα βάρη μειώνονται σημαντικά, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία υφίσταται υπερβολική εξασθένηση και απορρόφηση κατά την διάδοσή της δια μέσου των υδρατμών και του οξυγόνου της ατμόσφαιρας και επί πλέον, το ραντάρ δεν έχει καλές επιδόσεις σε περιβάλλον ανεπιθύμητων επιστροφών θαλάσσης (sea clutter) ή καιρικών φαινομένων όπως βροχή, ομίχλη κοκ (rain clutter). Τούτο διότι, επί τη βάση των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, η ισχύς των παρασιτικών επιστροφών εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας, σε συνδυασμό με το μέγεθος των αντικειμένων (κορυφές κυμάτων, σταγόνες βροχής, σταγονίδια ομίχλης κοκ) τα οποία προκαλούν τις επιστροφές αυτές. Η επίδραση είναι μικρότερη για μεγάλο μήκος κύματος, σε σύγκριση με το σχετικά μικρό μέγεθος των παρασιτικών αντικειμένων. Επομένως σε γενικές γραμμές, τόσο οι θαλάσσιες επιστροφές, όσο και οι επιστροφές από καιρικά φαινόμενα είναι ασθενέστερες όταν χρησιμοποιείται ραντάρ S-band ( $\lambda=10$  cm) έναντι ραντάρ X-band ( $\lambda=3$  cm).

Γενικώς τα μεγαλύτερα μήκη κύματος (10 cm (S-band)) ακολουθούν κατά τι την καμπυλότητα της γης, ενώ για τα μικρότερα μήκη κύματος (3 cm, (X-band)) η ευθυτενής διάδοση είναι περισσότερο χαρακτηριστική. Επομένως, τα μεγαλύτερα μήκη κύματος συμβάλουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις εντοπισμού πέραν του

<sup>3</sup>  $\lambda=c/f=3 \cdot 10^8/10 \cdot 10^9=0,03$  m ή 3 cm

<sup>4</sup>  $\lambda=c/f=3 \cdot 10^8/3 \cdot 10^9=0,1$  m ή 10 cm

ορίζοντα. Το τμήμα όμως το οποίο πληρώνεται, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, είναι οι μεγάλες διαστάσεις και τα βάρη.

#### 1.4.2 Συχνότητα επαναλήψεως παλμών και διάρκεια παλμού

##### Συχνότητα επαναλήψεως παλμών

Ο συγχρονιστής στον πομπό, ρυθμίζει την συχνότητα επαναλήψεως παλμών (pulse repetition frequency (PRF)) δηλαδή τον αριθμό των εκπεμπόμενων παλμών σε ένα sec (η μονάδα μετρήσεως PRF είναι παλμοί/sec ή Hz). Τυπικές τιμές PRF για τα ναυτιλιακά ραντάρ είναι 3400, 1700 και 850 Hz. Συνυφασμένος με την συχνότητα επαναλήψεως των παλμών είναι ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί μεταξύ των παλμών (συμβολίζεται με το γράμμα (T)) και ευρίσκεται δια της σχέσεως:

$$T = \frac{1}{PRF}$$

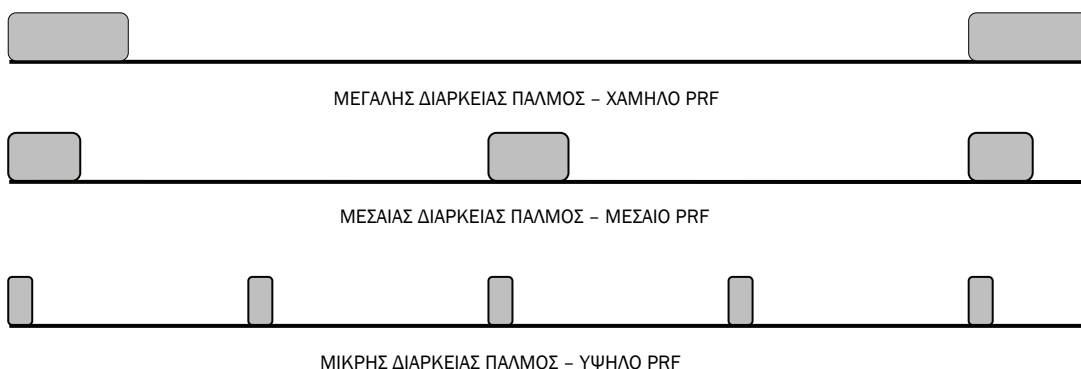
Για παράδειγμα, οι χρόνοι οι οποίοι μεσολαβούν μεταξύ των παλμών για τα PRF 3400, 1700 και 850 Hz είναι: 294, 588 και 1.176 μsec αντίστοιχα.

##### Διάρκεια παλμού

Ο διαμορφωτής στον πομπό, ρυθμίζει την χρονική διάρκεια του παλμού (συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα (τ)) και μετρείται σε μsec (1 μsec=10<sup>-6</sup> sec). Η χρονική διάρκεια του παλμού εξαρτάται από τα κυκλώματα χρόνου του διαμορφωτή. Ο εκπεμπόμενος παλμός καταλαμβάνει ένα γραμμικό μήκος στον χώρο, εξαρτώμενο από την παραπάνω διάρκεια και αυτό το μήκος εκφράζεται σε μέτρα. Ο παλμός καλύπτει την διπλή διαδρομή μέχρι τον στόχο πριν επιστρέψει με ταχύτητα 3\*10<sup>8</sup> m/sec ή 300 m/μsec. Επομένως, δεχόμεστε ότι παλμός 1 μsec καταλαμβάνει γραμμικό μήκος 150 m. Η διάρκεια παλμού στα ναυτιλιακά ραντάρ λαμβάνει τυπικές τιμές μεταξύ 0,05 μsec (γραμμικό μήκος 7,5 m) και 1 μsec (γραμμικό μήκος 150 m). Δύο (2), τρεις (3) ή ακόμα και τέσσερις (4) τιμές διάρκειας παλμού δυνατόν να είναι διαθέσιμες, ανάλογα με την πολυπλοκότητα του συστήματος.

##### Ημι-αυτόματη επιλογή διάρκειας παλμού και PRF

Σε γενικές γραμμές, υπάρχει η απαίτηση για χαμηλό PRF (μεγάλη χρονική διάρκεια μεταξύ των παλμών) σε μεγάλες κλίμακες, ώστε να δίδεται χρόνος στον παλμό να φθάσει σε μεγάλες αποστάσεις πριν επιστρέψει. Το PRF κατά κανόνα είναι άμεσα εξαρτώμενο από την διάρκεια παλμού, εις τρόπον ώστε μεγάλη διάρκεια παλμού να συνδυάζεται με χαμηλό PRF και μικρή διάρκεια παλμού με υψηλό PRF ως εις σχήμα 1-21. Στα ναυτιλιακά ραντάρ, συμβαίνει, το PRF και η διάρκεια παλμού να προσαρμόζονται στην παραπάνω απαίτηση αυτομάτως με την αλλαγή κλίμακας.



Σχήμα 1-21: Σχέση PRF και διάρκειας παλμού (τ)



Σε συσκευές οι οποίες διαθέτουν δύο (2) τιμές διάρκειας παλμού, συνήθως ο μεγάλης διάρκειας παλμός επιλέγεται αυτομάτως σε κλίμακες 12 nm και μεγαλύτερες και ο μικρής διάρκειας παλμός σε κλίμακες μικρότερες των 12 nm. Σε συσκευές οι οποίες διαθέτουν περισσότερες από δύο (2) διάρκειες παλμού, η επιλογή συμβαίνει επίσης αυτομάτως, αλλά δίδεται η δυνατότητα στον χειριστή, είτε να αρκестεί στην αυτομάτως επιλεγείσα τιμή, είτε να επιλέξει την αμέσως μεγαλύτερη ή και μικρότερη τιμή. Ένα τυπικό παράδειγμα παρουσιάζεται στον πίνακα 1-1. Να σημειωθεί ότι αν και διατίθενται τρεις (3) τιμές διάρκειας παλμού, μόνο δύο (2) είναι διαθέσιμες σε κάθε κλίμακα, με εξαίρεση στην μικρότερη και στις δύο μεγαλύτερες κλίμακες, στις οποίες επιτρέπεται μόνο η μικρότερη διάρκεια και η μεγαλύτερη διάρκεια παλμού αντίστοιχα.

Κλίμακα (n mile)	Επιλογή διάρκειας παλμού			
	Μικρή (short)		Μεγάλη (long)	
	PRF (Hz)	$\tau$ ( $\mu$ sec)	PRF (Hz)	$\tau$ ( $\mu$ sec)
0,25	2000	0,05	2000	0,05
0,5	2000	0,05	1000	0,25
0,75	2000	0,05	1000	0,25
1,5	2000	0,05	1000	0,25
3,0	1000	0,25	500	1,0
6,0	1000	0,25	500	1,0
12	1000	0,25	500	1,0
24	500	1,0	500	1,0
48	500	1,0	500	1,0

Πίνακας 1-1: Ημιαυτόματη επιλογή PRF και διάρκειας παλμού

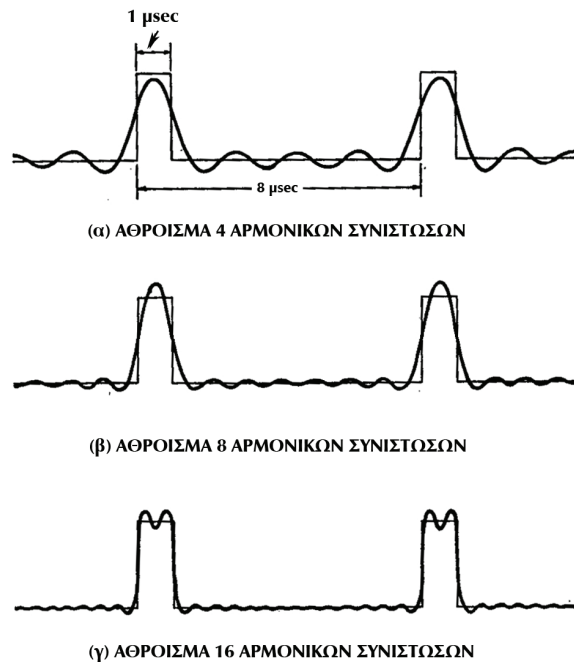
Η ημιαυτόματης επιλογή διάρκειας παλμού εξασφαλίζει, αφενός την απαίτηση εντοπισμού στόχων σε μεγάλες αποστάσεις (έστω και χωρίς ακρίβεια στις μετρήσεις) και αφετέρου την απαίτηση λεπτομέρειας εικόνας στις μικρές αποστάσεις. Η επιλογή μεγάλης διάρκειας παλμού εξυπηρετεί εντοπισμούς σε μεγάλες αποστάσεις διότι όσο μεγαλύτερης διάρκειας είναι ο παλμός, τόσο μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας περιέχει. Αντιθέτως στις μικρές αποστάσεις ο εντοπισμός αυτός καθ' εαυτό δεν είναι πρόβλημα. Ο χειριστής στις μικρές αποστάσεις ενδιαφέρεται για λεπτομερείς μετρήσεις και για μεγάλη ευκρίνεια στην εικόνα ραντάρ. Ο μικρής διάρκειας παλμός, έχει μικρό γραμμικό μήκος και επομένως στόχοι υποτυπώνονται στην οθόνη με μικρό γραμμικό μήκος και μεγαλύτερη λεπτομέρεια.

### Σχέση μεταξύ μέγιστης αποστάσεως εντοπισμού και διάρκειας παλμού

Σε γενικές γραμμές με την χρήση μεγάλης διάρκειας παλμού, η πιθανότητα εντοπισμού ενός στόχου είναι μεγαλύτερη από εκείνη με την χρήση μικρής διάρκειας παλμού, κάτω από τις ίδιες προϋποθέσεις. Ένας δέκτης ραντάρ ενισχύει μεγάλης διάρκειας επιστρέφοντες παλμούς, περισσότερο αποτελεσματικά από μικρής διάρκειας παλμούς και τούτο εξηγείται ως εξής.

Η μέγιστη απόσταση εντοπισμού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων και από την ευαισθησία του δέκτη. Η ευαισθησία του δέκτη προσδιορίζει το ελάχιστης ισχύος σήμα το οποίο δύναται να εντοπίσει. Το τελευταίο, καλείται ελάχιστο εντοπίσιμο σήμα (minimum detectable signal (MDS)). Κάθε επιστρέφουσα ηχώ, γίνεται αντιληπτή, μόνο εάν το επίπεδο ισχύος της υπερβαίνει το επίπεδο ισχύος του MDS. Ωστόσο, η ικανότητα του δέκτη να εντοπίζει ασθενή σήματα, περιορίζεται από το επίπεδο του θορύβου, ο οποίος καταλαμβάνει το ίδιο φάσμα συχνοτήτων με το ωφέλιμο σήμα. Ο θόρυβος προκαλείται από την θερμοκρασία περιβάλλοντος λόγω θερμικής διαταραχής στα ηλεκτρονικά κυκλώματα και είναι ευθέως ανάλογος με την θερμοκρασία λειτουργίας της συσκευής και το εύρος διελεύσεως συχνοτήτων στον δέκτη, καλείται δε θερμικός θόρυβος (thermal noise) ή λευκός θόρυβος (white noise).

Ο ενισχυτής IF του δέκτη είναι προ-συντονισμένος στην συχνότητα IF και επιτρέπει να ενισχύονται σήματα στην συχνότητα IF αλλά και σήματα συχνοτήτων παραπλήσιων στην IF. Το εύρος διελεύσεως συχνοτήτων στον δέκτη, προσδιορίζει πόσες παραπλήσιες συχνότητες να διέλθουν. Αποδεικνύεται ότι μια κυματομορφή η οποία συνίσταται από σειρά επαναλαμβανόμενων ορθογώνιων παλμών (όπως αυτή ενός τυπικού παλμικού ραντάρ) συνίσταται από την βασική συχνότητα επαναλήψεως παλμών (PRF) και πολλές αρμονικές συχνοτήτες, πολλαπλάσιες της προηγούμενης. Οι αρμονικές συχνοτήτες είναι ασθενέστερες όσο περισσότερο απέχουν από την βασική συχνότητα (σχήμα 1-22).

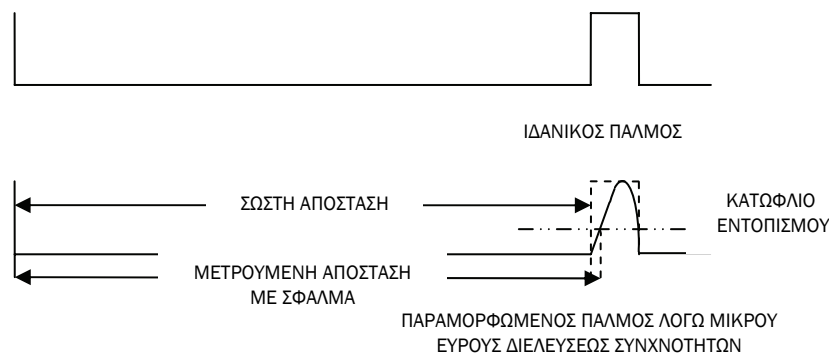


Σχήμα 1-22: Σύνθεση περιοδικής σειράς ορθογώνιων παλμών

Προκειμένου στην έξοδο του ενισχυτή IF να διατηρηθεί το περίπου ορθογώνιο σχήμα του παλμού, το εύρος διελεύσεως συχνοτήτων πρέπει να είναι σχετικά μεγάλο για να διέλθουν τουλάχιστον οι ισχυρότερες αρμονικές. Η θεωρία<sup>5</sup> αποδεικνύει, ότι παλμοί μεγάλης διάρκειας περιέχουν μικρό αριθμό σημαντικών αρμονικών συχνοτήτων και παλμοί μικρής διάρκειας, μεγάλο. Με άλλα λόγια, το εύρος διελεύσεως συχνοτήτων στον δέκτη πρέπει να είναι αντιστρόφως ανάλογο της διάρκειας παλμού. Ένα μικρό εύρος διελεύσεως συχνοτήτων για μεγάλης διάρκειας παλμούς, επιτρέπει να διέλθει ικανός αριθμός σημαντικών αρμονικών συχνοτήτων για να διατηρηθεί το περίπου ορθογώνιο σχήμα του παλμού στην έξοδο του ενισχυτή IF. Άλλωστε ο μεγάλης διάρκειας παλμός χρησιμοποιείται για εντοπισμούς σε μεγάλες αποστάσεις, στις οποίες πολύ λίγο ενδιαφέρει η ακρίβεια των μετρήσεων αποστάσεως. Αντίθετα, για μικρής διάρκειας παλμούς, απαιτείται μεγάλο εύρος διελεύσεως συχνοτήτων κάτω από τις ίδιες προϋποθέσεις.

Το ορθογώνιο σχήμα του παλμού είναι απαραίτητο για ακριβέστερες μετρήσεις αποστάσεως. Όμως σχετικά μικρό εύρος διελεύσεως συχνοτήτων, απορρίπτει πλευρικές αρμονικές, με αποτέλεσμα την παραμόρφωση του σχήματος του παλμού, έτσι ώστε να εμφανίζεται στρογγυλεμένος αντί ορθογώνιος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται η ακρίβεια της μετρήσεως αποστάσεων, η οποία εξαρτάται από την αιχμηρότητα του παλμού (σχήμα 1-23).

<sup>5</sup> Ανάλυση Fourier



Σχήμα 1-23: Σφάλμα αποστάσεως εξ αιτίας μη αιχμηρότητας του παλμού

Όταν επιλεγεί παλμός μεγάλης διάρκειας, ο χειριστής ενδιαφέρεται για απομακρυσμένους στόχους και ο εντοπισμός τους λαμβάνει μεγαλύτερη προτεραιότητα από την ακρίβεια μετρήσεως αποστάσεων. Αντίθετα, όταν επιλεγεί παλμός μικρής διάρκειας, ο χειριστής ενδιαφέρεται για στόχους σε πλησίον αποστάσεις, στις οποίες ο εντοπισμός δεν είναι πρόβλημα. Στην προκειμένη περίπτωση απαιτείται περισσότερο ορθογώνιος παλμός με την χρήση μεγαλύτερου εύρους διελεύσεως συχνοτήτων, για ακρίβεια στην μέτρηση αποστάσεων.

Συμπερασματικά μεγάλης διάρκειας παλμοί απαιτούν μικρό εύρος διελεύσεως συχνοτήτων στον δέκτη. Τούτο σημαίνει μικρότερη ισχύ θερμικού θορύβου, μεγαλύτερη ευαισθησία δέκτη, μικρότερο MDS και επομένως μεγαλύτερη απόσταση εντοπισμού. Επομένως ένας δέκτης ραντάρ ενισχύει μεγάλης διάρκειας επιστρέφοντες παλμούς, περισσότερο αποτελεσματικά από μικρής διάρκειας παλμούς.

### Σχέση μεταξύ μέγιστης αναμφίβολης αποστάσεως εντοπισμού και PRF

Αναφέρθηκε ότι για την μέτρηση αποστάσεως είναι απαραίτητο, η πυροδότηση του ενδείκτη, να πραγματοποιηθεί ακριβώς την στιγμή της εκπομπής του παλμού από την κεραία, ώστε η χρονική στιγμή της εκπομπής του παλμού να συμπίπτει με την χρονική στιγμή ενάρξεως μετρήσεως του χρόνου. Αναφέρθηκε επίσης, ότι η μέτρηση της αποστάσεως συμβαίνει κατά τον χρόνο  $T=1/PRF$ , ο οποίος μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών παλμών. Για παράδειγμα με  $PRF=2000$  Hz, ο χρόνος μεταξύ των παλμών είναι  $T=1/2000=500$  msec. Αυτός ο χρόνος επιτρέπει την κάλυψη αποστάσεως:

$$R = \frac{cT}{2} = \frac{c}{2 \cdot PRF} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 2000} = 75 \text{ Km (40,5 nm)}$$

Τούτο σημαίνει ότι η απόσταση δύναται να μετρηθεί με σαφήνεια μόνο για στόχους ευρισκομένους σε αποστάσεις μικρότερες ή ίσες με 75 Km. Για στόχους πέραν των 75 Km, η απόσταση δεν προσδιορίζεται με σαφήνεια, διότι ο ενδείκτης πυροδοτείται εν τω μεταξύ από τον επόμενο παλμό και ενώ ακόμη η επιστροφή του προηγούμενου παλμού από τον απομακρυσμένο στόχο ευρίσκεται καθ' οδό.

Η απόσταση η οποία προσδιορίζεται από τον χρόνο μεταξύ των παλμών καλείται μέγιστη αναμφίβολη απόσταση εντοπισμού (unambiguous range). Στο παράδειγμα η απόσταση αυτή είναι 75 Km. Στο ίδιο παράδειγμα, μια ηχώ που επιστρέφει στον δέκτη μετά από 10 msec (απόσταση 1,5 km) δεν δύναται να διακριθεί από μία ηχώ η οποία επιστρέφει μετά από 510 msec (απόσταση 76,5 km). Η δεύτερη ηχώ εμφανίζεται στην απόσταση των 1,5 Km και είναι ψευδής. Το πρόβλημα με τις ούτως αποκαλούμενες ηχώ 'second trace', περιορίζεται από το γεγονός ότι επιστρέφουν από μεγάλες αποστάσεις και ως εκ τούτου κατά κανόνα είναι ασθενείς. Ωστόσο από την παραπάνω σχέση συνάγεται ότι όταν το ραντάρ λειτουργεί με υψηλό PRF, κυρίως στις μικρές κλίμακες, η μέγιστη αναμφίβολη απόσταση εντοπισμού μειώνεται και συνεπώς στόχοι σε μεγαλύτερες αποστάσεις, εμφανίζονται ως εντονότερες second trace ψευδοηχώ. Περισσότερα για τις ηχώ second trace αναφέρονται σε επόμενο εδάφιο.

### Σχέση μεταξύ ελάχιστης αποστάσεως εντοπισμού και διάρκειας παλμού

Κατά την εκπομπή του παλμού, ο πομπός συνδέεται με την κεραία μέσω του διακόπτη εκπομπής / λήψεως (TR cell), ενώ την ίδια στιγμή ο δέκτης απομονώνεται, ώστε να μη καταστραφεί από την υψηλή ισχύ του εκπεμπόμενου παλμού. Μετά την εκπομπή του παλμού, ο διακόπτης εκπομπής / λήψεως συνδέει την κεραία με τον δέκτη.

Εάν η απόσταση ενός στόχου είναι πολύ μικρή, ώστε η ηχώ να επιστρέφει πριν ολοκληρωθεί η εκπομπή του παλμού, δεν είναι δυνατός ο εντοπισμός του εγγύς ευρισκόμενου στόχου, διότι ο δέκτης είναι απομονωμένος. Επομένως όσο μικρότερη διάρκεια έχει ο παλμός, τόσο μικρότερη είναι η θεωρητική ελάχιστη απόσταση εντοπισμού. Για παράδειγμα, με παλμό διάρκειας 1 msec, ένας στόχος ευρισκόμενος σε απόσταση μικρότερη από 150 m, δεν εντοπίζεται. Πρακτικά, η ελάχιστη απόσταση εντοπισμού αυξάνεται κατά ένα μικρό ποσοστό από τον χρόνο επαναφοράς του διακόπτη εκπομπής / λήψεως (TR-cell). Ωστόσο οι επιστροφές από στόχους σε μικρές αποστάσεις, είναι κατά κανόνα ισχυρές, οπότε δεν είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση μεγάλης διάρκειας παλμού αλλά μικρής διάρκειας. Με μικρής διάρκειας παλμούς ευνοούνται εντοπισμοί σε πολύ μικρές αποστάσεις.

Επειδή η περιεχόμενη ενέργεια σε ένα παλμό μικρής διάρκειας είναι σχετικά χαμηλή, για να αυξηθεί η ισχύς των επιστροφών, ένας αριθμός παλμών πρέπει να επιστρέψει, δηλαδή το PRF πρέπει να είναι σχετικά υψηλό όταν χρησιμοποιείται μικρή διάρκεια παλμού. Επομένως στις μικρές κλίμακες υπάρχει απαίτηση για υψηλό PRF.

Παράδειγμα 1-2: Να υπολογιστεί ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί από την εκπομπή μέχρι την λήψη για ένα στόχο του οποίου η απόσταση είναι 50 m.

Λύση:

$$t = \frac{2R}{c} = \frac{2 \cdot 50}{3 \cdot 10^8} = 0,33 \text{ msec}$$

Αυτή η τιμή έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, διότι η απόσταση των 50 m αντιπροσωπεύει την ελάχιστη απόσταση εντοπισμού μίας συσκευής ραντάρ, η οποία συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές του IMO. Να σημειωθεί εδώ, ο πολύ μικρός χρόνος στον οποίο πρέπει να πραγματοποιηθεί η εκπομπή και η λήψη.

### Σχέση μεταξύ αποκρίσεως ανεπιθύμητων επιστροφών (clutter) και διάρκειας παλμού

Ένας από τους συνιστώμενους τρόπους για την αντιμετώπιση του κορεσμού του δέκτη, εξ αιτίας τόσο των θαλασσίων επιστροφών, όσο και των επιστροφών από τα καιρικά φαινόμενα, είναι η μείωση της διάρκειας παλμού. Με την μείωση της διάρκειας παλμού το ραντάρ 'φωτίζει' μικρότερη επιφάνεια από την οποία προέρχονται οι επιστροφές αυτές και επομένως η ισχύς των ανεπιθύμητων επιστροφών μειώνεται.

#### 1.4.3 Ισχύς πομπού

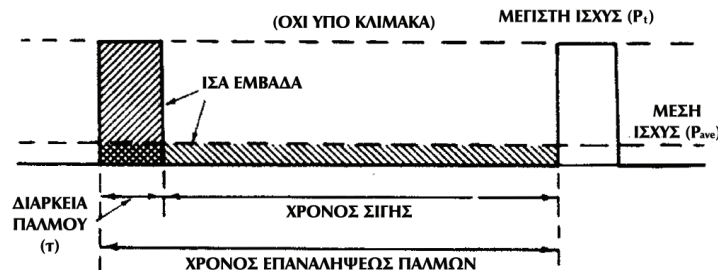
Η ισχύς του πομπού (συμβολίζεται με το γράμμα (P)), μετρείται σε Watts. Η ισχύς διακρίνεται στην μέγιστη εκπεμπόμενη ισχύ κατά την διάρκεια του παλμού (συμβολίζεται (P<sub>t</sub>)) και στην μέση ισχύ (συμβολίζεται με (P<sub>ave</sub>)), η οποία κατανέμεται σε ολόκληρο τον κύκλο εκπομπής και σιγής (μέχρι την επόμενη εκπομπή). Η σχέση μεταξύ μέσης και μέγιστης ισχύος είναι:

$$P_{ave} = P_t \cdot \frac{\tau}{T} = P_t \cdot \tau \cdot PRF$$

όπου 'τ' είναι η διάρκεια του παλμού και 'T' ο χρόνος επαναλήψεως των παλμών (T=1/PRF). Με άλλα λόγια, η μέση ισχύς είναι συνάρτηση του PRF και της διάρκειας παλμού. Κάθε επιλογή ζεύγους τιμών PRF και διάρκειας παλμού κατά κανόνα ικανοποιεί την σχέση P<sub>ave</sub>=σταθερό. Το πηλίκο τ/T καλείται duty cycle (κύκλος λειτουργίας) και δηλώνει πόσες φορές μικρότερη είναι η μέση ισχύς από την μέγιστη (σχήμα 1-24).

Η ισχύς των ναυτιλιακών συσκευών ραντάρ τα οποία εγκαθίστανται σε μικρά σκάφη, είναι μεγέθους ολίγων KWatts (10<sup>3</sup> Watts) ενώ στα μεγάλα εμπορικά πλοία η ισχύς κυμαίνεται από 10 μέχρι 30 KWatts.

Είναι φανερό ότι η μέγιστη απόσταση εντοπισμού εξαρτάται άμεσα από την ισχύ του εκπεμπόμενου παλμού. Αποδεικνύεται ότι η θεωρητική μέγιστη απόσταση εντοπισμού μεταβάλλεται με την τετάρτη δύναμη της ισχύος. Τούτο σημαίνει ότι θεωρητικά η ισχύς πρέπει να αυξηθεί δεκαέξι (16) φορές για να διπλασιαστεί η μέγιστη απόσταση εντοπισμού.



Σχήμα 1-24: Σχέση μεταξύ μέγιστης και μέσης ισχύος

#### 1.4.4 Παράμετροι κεραίας

Η δέσμη ακτινοβολίας του ραντάρ προσομοιάζει με την δέσμη φωτεινού προβολέα ο οποίος φωτίζει τα αντικείμενα κατά την περιστροφική του έρευνα. Η κεραία είναι ο μηχανισμός παραγωγής αυτής της δέσμης. Οι εξεταζόμενες παράμετροι της κεραίας είναι το κέρδος (gain), το εύρος δέσμης (beam-width) και η ταχύτητα περιστροφής (rotation rate).

#### Κέρδος κεραίας

Το κέρδος κεραίας (συμβολίζεται με το γράμμα (G) από την λέξη gain), ορίζεται ως ο λόγος της πυκνότητας ισχύος η οποία εκπέμπεται από την κεραία, προς την πυκνότητα ισχύος την οποία εκπέμπει μία ιστροπική κεραία, δηλαδή μία κεραία η οποία ακτινοβολεί προς όλες τις κατευθύνσεις (όπως σχεδόν οι κεραίες ασυρμάτου), με την ίδια είσοδο ισχύος. Όσο μεγαλύτερο είναι το κέρδος της κεραίας, τόσο μεγαλύτερη είναι η κατευθυντικότητα της και τόσο μικρότερο εύρος δέσμης επιτυγχάνεται. Το κέρδος είναι αδιάστατο μέγεθος.

Καλή σχεδίαση της κεραίας, ελαχιστοποιεί τις απώλειες και επιτυγχάνει την συγκέντρωση της ισχύος σε πολύ στενά γωνιακά όρια διοπτύσεως. Άλλωστε, διασπορά της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας σε μεγαλύτερο γωνιακό άνοιγμα συνιστά αδικαιολόγητη απώλεια. Επί πλέον κατευθυνόμενη εκπομπή είναι απαραίτητη για να ικανοποιηθεί η απαίτηση διαχωρισμού στόχων στην ίδια απόσταση, αλλά σε παραπλήσια διόπτυση. Αυτή η δυνατότητα καλείται διακρίβωση διοπτύσεως (bearing discrimination) και συζητείται σε επόμενο εδάφιο.

Το κέρδος της κεραίας εξαρτάται από τις γεωμετρικές της διαστάσεις και συγκεκριμένα από την αποτελεσματική της ανακλαστική επιφάνεια (effective aperture) και το μήκος κύματος σύμφωνα με την σχέση:

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$$

όπου ( $A_e$ ) είναι η αποτελεσματική επιφάνεια, δηλαδή το τμήμα εκείνο της γεωμετρικής επιφάνειας, το οποίο ομοιόμορφα φωτίζεται από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ( $\lambda$ ) είναι το μήκος κύματος. Εάν ( $A$ ) είναι η γεωμετρική επιφάνεια της κεραίας και ( $\rho$ ) είναι ο συντελεστής αποδόσεως της κεραίας, η αποτελεσματική επιφάνεια της κεραίας δίδεται από την σχέση  $A_e = A \cdot \rho$ .

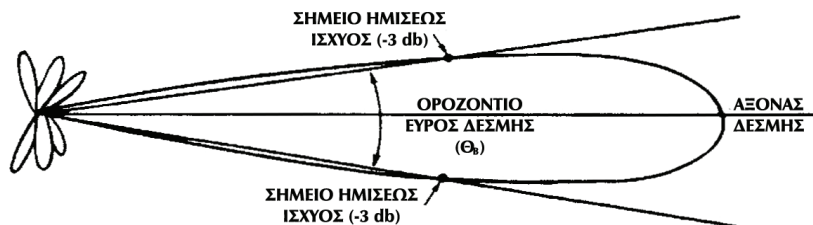
Από την παραπάνω σχέση διαπιστώνεται ότι για την εστίαση της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας σε στενή δέσμη, δηλαδή για να αυξηθεί το κέρδος της κεραίας, πρέπει να χρησιμοποιηθεί είτε μικρό μήκος κύματος (μεγάλη συχνότητα), είτε μεγάλων γεωμετρικών διαστάσεων κεραία. Σε ένα πλοίο τίθενται περιορισμοί στο μέγεθος της κεραίας, για να είναι εφικτή η εγκατάστασή της σε ιστούς και η περιστροφή της χωρίς εμπόδια.

Είναι φανερό λοιπόν, ότι με αυτό το δεδομένο, δεν υπάρχουν πολλά περιθώρια στην επιλογή του μήκους κύματος για δεδομένη κατευθυντικότητα.

### Εύρος δέσμης

Το εύρος δέσμης ορίζεται ως το γωνιακό άνοιγμα εκατέρωθεν του άξονα συμμετρίας του κυρίου λοβού, μεταξύ των σημείων τα οποία αντιστοιχούν στο μισό της εκπεμπόμενης από την κεραία ισχύος. Το εύρος δέσμης διακρίνεται σε οριζόντιο (συμβολίζεται με  $(\theta_B)$ ) και κατακόρυφο (συμβολίζεται με  $(\theta_K)$ ). Το οριζόντιο και κατακόρυφο εύρος δέσμης φαίνονται στα αντίστοιχα πολικά διαγράμματα της κεραίας. Ένα πολικό διάγραμμα παρουσιάζει τις τιμές σχετικής ισχύος ακτινοβολίας μίας κεραίας σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο (συνήθως οριζόντιο ή κατακόρυφο) συναρτήσει της διεύθυνσεως. Η κεραία θεωρείται ότι ευρίσκεται στο κέντρο και από αυτό το σημείο σημειώνονται οι τιμές σχετικής ισχύος ακτινοβολίας προς τις διάφορες κατευθύνσεις.

Στο σχήμα 1-25, παρουσιάζεται ένα τυπικό πολικό διάγραμμα στο οριζόντιο επίπεδο. Κατά μήκος του άξονα συμμετρίας της δέσμης σημειώνεται η μέγιστη ισχύς της ακτινοβολίας. Εκτός του άξονα της δέσμης η ακτινοβολία μειώνεται δραστικά. Στην πράξη το εύρος δέσμης, ορίζεται από το γωνιακό άνοιγμα επί του πολικού διαγράμματος, μεταξύ των σημείων τα οποία αντιστοιχούν στο μισό της εκπεμπόμενης ισχύος.



Σχήμα 1-25: Πολικό διάγραμμα στο οριζόντιο επίπεδο και ορισμός του εύρους δέσμης

Εκτός από τον κύριο λοβό, λόγω ατελειών στην κατασκευή της κεραίας, εμφανίζονται μικρότεροι λοβοί ακτινοβολίας προς διάφορες διευθύνσεις, οι οποίοι ονομάζονται πλευρικοί λοβοί. Οι πλευρικοί λοβοί είναι ανεπιθύμητοι διότι διαχέουν μικρά ποσοστά ακτινοβολίας προς άλλες κατευθύνσεις. Δεν είναι δυνατή η κατασκευή μίας κεραίας χωρίς πλευρικούς λοβούς αλλά με επιμελημένη σχεδίαση, η ακτινοβολία στους πλευρικούς λοβούς, δύναται να τηρηθεί σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να κατανοηθεί, ότι το πολικό διάγραμμα είναι το ίδιο κατά την εκπομπή και την λήψη, διότι μία από τις βασικές αρχές της θεωρίας κεραίων είναι, ότι οι ιδιότητες της κεραίας είναι οι ίδιες ανεξάρτητα εάν χρησιμοποιείται για εκπομπή ή για λήψη. Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ενός επιστρέφοντος σήματος διασπείρεται ευρέως, όμως η κεραία με τις κατευθυντικές της ιδιότητες, συλλέγει την ισχυρότερη ακτινοβολία μόνο κατά μήκος του άξονα του κυρίου λοβού της και μέσα στο γωνιακό άνοιγμα το οποίο προσδιορίζεται από τα σημεία του μισού της ισχύος.

Το εύρος δέσμης είναι ανάλογο του μήκους κύματος και αντιστρόφως ανάλογο των γεωμετρικών διαστάσεων της κεραίας. Η περίπου τιμή του οριζόντιου εύρους δέσμης δίδεται από την σχέση:

$$\theta_B = k \cdot \frac{\lambda}{d}$$

όπου 'λ' είναι το μήκος κύματος και 'd' η αποτελεσματική οριζόντια διάσταση της κεραίας. Ο σταθερός συντελεστής 'k' εξαρτάται από την κατανομή της ισχύος της ακτινοβολίας κατά μήκος της οριζόντιου διαστάσεως. Στα σύγχρονα ναυτιλιακά ραντάρ τα οποία χρησιμοποιούν σχισμοκεραίες, ο συντελεστής 'k', λαμβάνει τιμές μεταξύ 65 και 70 όταν το εύρος δέσμης δίδεται σε μοίρες.

Παράδειγμα 1-3: Να υπολογιστεί η οριζόντια διάσταση της κεραίας, για να επιτευχθεί οριζόντιο εύρος δέσμης  $2^\circ$  στην συχνότητα 9,4 GHz ( $\lambda = 3,2$  cm) (X-band) και στην συχνότητα 3,04 GHz ( $\lambda = 9,87$  cm) (S-band). Ο συντελεστής  $k$  είναι 70.

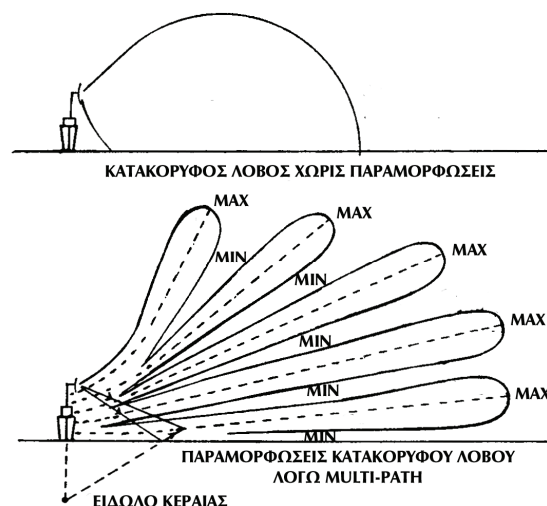
Λύση:

Η οριζόντια διάσταση της κεραίας για X-band είναι:  $d = 70 \cdot \frac{\lambda}{\theta_B} = 70 \cdot \frac{0,032}{2} = 1,12$  m

Η οριζόντια διάσταση της κεραίας για S-band είναι:  $d = 70 \cdot \frac{\lambda}{\theta_B} = 70 \cdot \frac{9,87 \cdot 10^{-2}}{2} = 3,45$  m

Το παράδειγμα δείχνει, ότι για δεδομένο εύρος δέσμης, η διάσταση της κεραίας στην S-band είναι περίπου 3,3 φορές μεγαλύτερη από την διάσταση στην X-band. Στην πράξη, οι κεραίες των ναυτιλιακών ραντάρ στην S-band είναι κατά κανόνα μικρότερες από το παραπάνω μέγεθος με συνέπεια το οριζόντιο εύρος δέσμης να είναι μεγαλύτερο από εκείνο των κεραιών στην X-band. Επομένως, κατά κανόνα, τα ναυτιλιακά ραντάρ στην X-band προσφέρουν λιγότερες παραμορφώσεις λόγω οριζοντίου εύρους δέσμης και παρουσιάζουν ευκρινέστερη εικόνα ραντάρ.

Το διάγραμμα ακτινοβολίας στο κατακόρυφο επίπεδο δεν είναι τόσο απλουστευμένο όσο στο οριζόντιο επίπεδο (σχήμα 1-26). Θα ομοιάζε με το διάγραμμα στο οριζόντιο επίπεδο, εάν η κεραία ήταν εστραμμένη προς τα άνω, ώστε η ακτινοβολία να μη άγγιζε την επιφάνεια της θάλασσας. Εξ αιτίας των ανακλάσεων στην επιφάνεια της θάλασσας, το διάγραμμα παραμορφώνεται. Η ακτινοβολία διαδίδεται όχι μόνο ευθύγραμμα, αλλά και μέσω ανακλάσεων στην επιφάνεια της θάλασσας. Εάν το απ' ευθείας κύμα και το εξ ανακλάσεως είναι συμφασικά, τότε η ακτινοβολία γίνεται ισχυρότερη και σημειώνεται στο διάγραμμα μέγιστη τιμή. Εάν τα δύο κύματα είναι σε αντίθετη φάση, τότε εξουδετερώνονται και σημειώνεται στο διάγραμμα ελάχιστη τιμή. Το φαινόμενο αυτό καλείται 'multi-path'. Αποδεικνύεται ότι το πολικό διάγραμμα στο κατακόρυφο διασπάται σε πολλούς λοβούς. Σε γωνίες υψώσεως στις οποίες παρατηρείται μέγιστη ισχύς ακτινοβολίας, οι λοβοί εκτείνονται θεωρητικά σε διπλάσια απόσταση. Σε διαφορετικές γωνίες υψώσεως η απόσταση εντοπισμού δυνατόν να είναι μικρότερη από εκείνη στο κενό χωρίς ανακλάσεις και σε γωνίες υψώσεως στις οποίες παρατηρείται η ελάχιστη ισχύς ακτινοβολίας, δεν είναι δυνατός ο εντοπισμός στόχων. Οι λοβοί διαχωρίζονται καθ' ύψος και ο διαχωρισμός αυτός αυξάνει με την απόσταση. Στόχοι δυνατόν να ευρεθούν σε θέση μεταξύ λοβών και δεν εντοπίζονται, παρά μόνο όταν εισχωρήσουν σε κάποιο λοβό.



Σχήμα 1-26: Πολικό διάγραμμα στο κατακόρυφο επίπεδο

Για την περίπτωση των ναυτιλιακών ραντάρ, ο κατώτερος λοβός έχει ιδιαίτερη σημασία για τον ναυτιλόμενο, καθόσον 'φωτίζει' την περιοχή από την οποία αναμένει τυχόν χρήσιμες επιστροφές. Αποδεικνύεται ότι η γωνία υψώσεως του κεντρικού άξονα του κατώτερου λοβού σε ακτίνια (rad) δίδεται από τη σχέση:

$$\frac{\lambda}{4 \cdot h_a}$$

όπου 'λ' είναι το μήκος κύματος και 'h<sub>a</sub>' το ύψος της κεραίας. Επομένως εάν είναι επιθυμητή η επιτήρηση σε μικρή γωνία υψώσεως, το ύψος της κεραίας πρέπει να είναι μεγάλο και το μήκος κύματος μικρό. Για μία κεραία τοποθετημένη σε ύψος 15 m, το μήκος κύματος των 3 cm (X-band) παρέχει γωνία υψώσεως του κατώτερου λοβού 0,03°, ενώ το μήκος κύματος των 10 cm (S-band), 0,1°. Συμπερασματικά το μήκος κύματος των 3 cm παρέχει καλύτερη επιτήρηση στην επιφάνεια της θαλάσσης.

Το φαινόμενο multi-path εξηγεί γιατί μία μικρή ανακλαστική επιφάνεια, όπως ένας ανακλαστήρας ενός σημαντήρα, εμφανίζεται στον ενδείκτη με διακύμανση, όταν το πλοίο πλησιάζει ή απομακρύνεται. Ο στόχος δέχεται συνεχώς μεταβαλλόμενο ποσοστό ισχύος ακτινοβολίας εξ αιτίας των ανακλάσεων στην επιφάνεια της θαλάσσης.

Οι λοβοί θα ήταν ανυψωμένοι εάν η γη ήταν επίπεδη. Επειδή η επιφάνεια της θαλάσσης είναι κυρτή, αποδεικνύεται ότι οι λοβοί κάμπτονται ελαφρώς προς τα κάτω.

### Ταχύτητα περιστροφής κεραίας

Προς συμμόρφωση με τις προδιαγραφές του IMO, η περιστροφή της κεραίας πρέπει να είναι δεξιόστροφη, συνεχής, αυτόματη και με ταχύτητα όχι μικρότερη από 12 rpm (στροφές ανά λεπτό). Δεν προσδιορίζεται μέγιστη τιμή ταχύτητας περιστροφής. Η ταχύτητα περιστροφής κεραίας συμβολίζεται με (θ<sub>s</sub>). Εάν η κεραία περιστρέφεται με ταχύτητα 12 rpm, μία περιστροφή συμπληρώνεται σε 1/12 του λεπτού ήτοι σε 5 sec. Επειδή η σάρωση στον ενδείκτη περιστρέφεται σε συγχρονισμό με την κεραία, έπεται ότι κάθε ηχώ σε έναν ενδείκτη PPI ανανεώνεται κάθε 5 sec.

Εάν η κεραία περιστρέφεται πολύ αργά, τότε ένας ίσως μεγάλος κυκλικός τομέας περιστρεφόμενος σε συγχρονισμό με την κεραία, παραμένει για λίγο χρονικό διάστημα σκοτεινός στον ενδείκτη. Αν και η μερική αυτή απώλεια της εικόνας αντισταθμίζεται με ρύθμιση μεγαλύτερης παραμένουσας λαμπρότητας (tube persistence ή afterglow), εν τούτοις αυτό προκαλεί σύγχυση όταν η κλίμακα αλλάξει ή αλλάξει ο προσανατολισμός της εικόνας, καθόσον η νέα εικόνα, επικάθεται στην προηγούμενη, η οποία είναι ορατή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Μεγαλύτερη παραμένουσα λαμπρότητα - όπως εξηγείται στο επόμενο κεφάλαιο - δημιουργεί ιδιαίτερο πρόβλημα σε ενδείκτη χωρίς σταθεροποίηση με σήμα γυροπυξίδας (head-up).

Από την άλλη, μία αύξηση στην ταχύτητα περιστροφής της κεραίας, μειώνει τον χρόνο ανανεώσεως της εικόνας και απαιτεί μικρότερο ποσοστό παραμένουσας λαμπρότητας. Όμως η αύξηση της ταχύτητας περιστροφής της κεραίας μειώνει τον χρόνο κατά τον οποίο η κεραία 'φωτίζει' ένα συγκεκριμένο στόχο με τον οριζόντιο λοβό της. Ας υποθεθεί ότι μία κεραία περιστρέφεται με 'θ<sub>s</sub> °/sec' και ότι το οριζόντιο εύρος δέσμης είναι 'θ<sub>B</sub>'. Ο χρόνος 'φωτισμού' ενός σημειακού στόχου (time on target) με την δέσμη του ραντάρ είναι 'θ<sub>B</sub>/ θ<sub>s</sub>' sec, σε κάθε περιστροφή της κεραίας. Κατά την διάρκεια αυτού του χρόνου, ένα ραντάρ με καθορισμένο PRF (παλμούς / sec) εκπέμπει 'n' παλμούς ανά περιστροφή κεραίας προς τον σημειακό στόχο, σύμφωνα με την σχέση:

$$n = \frac{\theta_B}{\theta_s} \cdot \text{PRF}$$

Η έννοια του σημειακού στόχου είναι τελείως θεωρητική καθόσον στην πράξη όλοι οι στόχοι έχουν διαστάσεις και μέγεθος. Χρησιμοποιείται ωστόσο στην ανάλυση των παραμέτρων οι οποίες έχουν σχέση με τις επιδόσεις ενός ραντάρ.

Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των παλμών τους οποίους δέχεται ο στόχος, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα εντοπισμού του, διότι οι επιστρέφοντες παλμοί ολοκληρώνονται (αθροίζονται). Η πλέον απλή ολοκλήρωση πραγματοποιείται στον ενδείκτη και εκμεταλλεύεται την ιδιότητα της ανθρώπινης οράσεως να διατηρεί τις εικόνες επ' ολίγον. Εκεί ο κάθε επιστρέφον παλμός, διεγείρει προσθετικά την φωσφορίζουσα ουσία στο ίδιο



πάντα σημείο. Υπάρχουν όμως και άλλοι περισσότερο σύνθετοι τρόποι ολοκλήρωσης παλμών, με ψηφιακή τεχνολογία.

Είναι φανερό ότι αυξάνοντας το PRF, αντισταθμίζεται η χαμηλότερη ταχύτητα περιστροφής κεραίας, προς όφελος του αριθμού των παλμών οι οποίοι ολοκληρώνονται, αλλά τότε η εμφάνιση των ηχώ 'second trace' είναι εντονότερη και τίθεται έτσι περιορισμός στην επιλογή του PRF, το οποίο άλλωστε εξαρτάται από την διάρκεια παλμού και την επιλεγείσα κλίμακα.

Συμπερασματικά, η επιλογή της ταχύτητας περιστροφής κεραίας και η ρύθμιση της παραμένουσας λαμπρότητας του ενδείκτη, πραγματοποιούνται στην φάση της σχεδίασεως του ραντάρ κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η εικόνα ραντάρ να παραμένει ορατή τουλάχιστον για τον χρόνο της μίας περιστροφής. Τούτο δεν αποτελεί ωστόσο καθολική συμμόρφωση σε όλους τους κατασκευαστές ναυτιλιακών ραντάρ.

Παράδειγμα 1-4: Να υπολογιστεί η ταχύτητα περιστροφής κεραίας η οποία είναι απαραίτητη για να δεχτεί ένας σημειακός στόχος 10 παλμούς ανά περιστροφή με PRF=1000 και οριζόντιο εύρος δέσμης  $\theta_B=1,8^\circ$ .

Λύση:

$$\theta_s = \frac{\theta_B}{n} \cdot \text{PRF} = \frac{1,8}{10} \cdot 1000 = 180 \text{ }^\circ/\text{sec}, \text{ ή } 30 \text{ rpm.}$$

Η πλειονότητα των ναυτιλιακών ραντάρ χρησιμοποιούν ταχύτητες περιστροφής από 20 μέχρι 35 rpm. Σε μερικές συσκευές για μικρά σκάφη, η ταχύτητα περιστροφής κεραίας δυνατόν να φθάνει τις 45 rpm.

#### 1.4.5 Εξίσωση ραντάρ

Ένα από τα στοιχεία τα οποία φανερώνουν τις επιδόσεις ραντάρ, είναι η μέγιστη απόσταση εντοπισμού, επί τη βάση των χαρακτηριστικών παραμέτρων του. Η μέγιστη απόσταση εντοπισμού δίδεται από την εξίσωση ραντάρ, η πιο απλή μορφή της οποίας είναι:

$$R_{\max} = 4 \sqrt{\frac{P_t G \sigma A_e}{(4\pi)^2 S_{\min} L}}$$

όπου ' $R_{\max}$ ' είναι η μέγιστη απόσταση εντοπισμού, ' $P_t$ ' η μέγιστη ισχύς του πομπού, ' $G$ ' το κέρδος της κεραίας, ' $\sigma$ ' η ανακλαστική επιφάνεια του στόχου, ' $A_e$ ' η αποτελεσματική επιφάνεια της κεραίας, ' $S_{\min}$ ' το ελάχιστο εντοπίσιμο σήμα MDS (minimum detectable signal) το οποίο δύναται να διακρίνει ο δέκτης και ' $L$ ' οι κάθε είδους απώλειες (losses).

Η εξίσωση ραντάρ, ισχύει με την παραδοχή ότι το ραντάρ και ο στόχος ευρίσκονται στο κενό και δεν λαμβάνει υπόψη τις ανακλάσεις στην επιφάνεια της θαλάσσης ή το μέσον διαδόσεως της ακτινοβολίας. Επί πλέον μόνο ένας παλμός (χωρίς ολοκλήρωση παλμών) ελήφθη υπόψη. Όμως αυτή η απλή μορφή της εξίσωσης ραντάρ, παρέχει άμεσα την σπουδαιότητα των πολλών από τις παραμέτρους ραντάρ, οι οποίες ενδιαφέρουν τον ναυτιλόμενο στην εκτίμηση των επιδόσεων του ραντάρ. Όλες οι παράμετροι σε κάποιο βαθμό προσδιορίζονται κατά την φάση της σχεδίασεως ενός ραντάρ από τον κατασκευαστή, πλην της παραμέτρου της ανακλαστικής επιφάνειας στόχου ' $\sigma$ '. Η εξίσωση ραντάρ δηλώνει ότι για μεγάλες αποστάσεις εντοπισμού, η ισχύς της εκπομπής πρέπει να είναι μεγάλη, η ακτινοβολία πρέπει να συγκεντρώνεται σε πολύ στενή δέσμη (μεγάλο κέρδος κεραίας), οι επιστροφές πρέπει να συλλαμβάνονται από κεραία με μεγάλη αποτελεσματική επιφάνεια (το οποίο σημαίνει επίσης μεγάλο κέρδος κεραίας), ο δέκτης πρέπει να είναι ευαίσθητος σε όσο δυνατόν ασθενέστερα σήματα και οι απώλειες να είναι όσο το δυνατόν λιγότερες. Επί πλέον στόχοι με μεγάλη ανακλαστική επιφάνεια εντοπίζονται σε μεγαλύτερες αποστάσεις.

Η θεωρητική απόσταση εντοπισμού, δεν επαληθεύεται στην πράξη. Σε πολλές περιπτώσεις, η πραγματική απόσταση εντοπισμού είναι αρκετά μικρότερη από την θεωρητική αυτή τιμή. Τούτο οφείλεται μεταξύ άλλων στην αδυναμία προσδιορισμού των διαφόρων απωλειών οι οποίες συμβαίνουν σε ολόκληρο το σύστημα ραντάρ. Άλλη σημαντική αιτία, είναι η αδυναμία προσδιορισμού ορισμένων παραμέτρων οι οποίες μεταβάλλονται τυχαία. Το ελάχιστο εντοπίσιμο σήμα  $S_{\min}$  και η ισοδύναμη ανακλαστική επιφάνεια στόχου, είναι παράμετροι οι οποίες μεταβάλλονται τυχαία και προσδιορίζονται με δεδομένα στατιστικής και θεωρίας πιθανοτήτων. Η εξίσωση ραντάρ δυνατόν να συμπεριλάβει και άλλους παράγοντες για περισσότερο ακριβή

αποτελέσματα, πλην όμως στα πλαίσια των ναυτιλιακών ραντάρ τα οποία συζητούνται, δεν κρίνεται σκόπιμη περαιτέρω ανάλυση.

#### 1.4.6 Μέγεθος και σχήμα της ηχώ στον ενδείκτη

Το σχήμα και το μέγεθος της ηχώ ενός στόχου στον ενδείκτη, είναι σχεδόν ανεξάρτητο από το πραγματικό σχήμα και μέγεθος του ίδιου του στόχου, καθόσον εξαρτάται από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και παραμέτρους του ραντάρ. Τούτο συνιστά έναν σοβαρό περιορισμό, διότι το ραντάρ δεν παρουσιάζει λεπτομέρειες, αλλά μία κατά προσέγγιση, ή μάλλον παραμορφωμένη εικόνα των εντοπιζόμενων αντικειμένων. Τα χαρακτηριστικά του ραντάρ τα οποία επιδρούν στο σχήμα και μέγεθος μίας ηχώ ενός στόχου στον ενδείκτη, είναι το μέγεθος της ηλεκτρονικής κηλίδας, η διάρκεια του παλμού και το οριζόντιο εύρος δέσμης. Στην επακόλουθη ανάλυση ζητείται να προσδιορισθεί το μέγεθος και το σχήμα της ηχώ στον ενδείκτη, η οποία προέρχεται από ανάκλαση σε ένα σημειακό στόχο.

#### Επίδραση μεγέθους ηλεκτρονικής κηλίδας

Η φωτεινή κηλίδα η οποία δημιουργεί την σάρωση στον ενδείκτη, δύναται να θεωρηθεί ως ένας σημειακός χρωστήρας με τον οποίο ζωγραφίζεται η εικόνα ραντάρ. Στα ναυτιλιακά ραντάρ, η ελάχιστη διάμετρος της φωτεινής κηλίδας κυμαίνεται από 0,3 έως 0,6 mm και παριστάνει το μικρότερο σημάδι το οποίο δύναται να πραγματοποιηθεί στον ενδείκτη. Όσο καλύτερη είναι η εστίαση του ενδείκτη, τόσο μικρότερη είναι η διάμετρος της φωτεινής κηλίδας και τόσο ευκρινέστερη είναι η εικόνα. Το γραμμικό μήκος το οποίο αντιπροσωπεύει αυτή η διάμετρος, αποδεικνύεται περαιτέρω με παράδειγμα, ότι είναι αντιστρόφως ανάλογο της διαμέτρου του ενδείκτη και ευθέως ανάλογο της επιλεγείσης κλίμακας.

Παράδειγμα 1-5: Ένα πλοίο διαθέτει δύο ενδείκτες ραντάρ με διαμέτρους 340 και 250 mm αντίστοιχα. Η διάμετρος της φωτεινής κηλίδας είναι 0,5 mm. Να ευρεθεί το γραμμικό μήκος το οποίο αντιπροσωπεύει η διάμετρος της φωτεινής κηλίδας στις κλίμακες των 24 και 3 nm.

Λύση:

Στον ενδείκτη διαμέτρου 340 mm (ακτίνα = 170 mm):

Η ακτίνα του ενδείκτη σχηματίζεται από αριθμό φωτεινών κηλίδων σύμφωνα με την σχέση:

$$\text{ακτίνα ενδείκτη} / \text{διάμετρος κηλίδας} = 170 / 0,5 = 340$$

Στην κλίμακα των 24 nm, το γραμμικό μήκος το οποίο αντιπροσωπεύει η διάμετρος μίας φωτεινής κηλίδας είναι:

$$\text{απόσταση κλίμακας σε m} / \text{αριθμός φωτεινών κηλίδων σε μία ακτίνα} = (24 * 1852) / 340 = 130,73 \text{ m}$$

Στην κλίμακα των 3 nm, το γραμμικό μήκος το οποίο αντιπροσωπεύει η διάμετρος μίας φωτεινής κηλίδας είναι:

$$(3 * 1852) / 340 = 16,34 \text{ m}$$

Στον ενδείκτη διαμέτρου 250 mm (ακτίνα = 125 mm):

Ο αριθμός των φωτεινών κηλίδων σε μία ακτίνα είναι  $125 / 0,5 = 250$ .

Στην κλίμακα των 24 nm, το γραμμικό μήκος το οποίο αντιπροσωπεύει η διάμετρος μίας φωτεινής κηλίδας είναι:

$$(24 * 1852) / 250 = 177,79 \text{ m}$$

Στην κλίμακα των 3 nm, το γραμμικό μήκος το οποίο αντιπροσωπεύει η διάμετρος μίας φωτεινής κηλίδας είναι:

$$(3 * 1852) / 250 = 22,22 \text{ m}$$

Συνοπτικά:

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΚΗΛΙΔΑΣ 0,5 mm ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΕΙ ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΜΗΚΟΣ (m)

Σε ενδείκτη διαμέτρου	340 mm	250 mm
Στην κλίμακα 24 nm	130,73 m	177,79 m
Στην κλίμακα 3 nm	16,34 m	22,22 m

Επομένως το γραμμικό μήκος το οποίο αντιπροσωπεύει η διάμετρος της φωτεινής κηλίδας, είναι αντιστρόφως ανάλογο της διαμέτρου του ενδείκτη και ευθέως ανάλογο της επιλεγείσας κλίμακας. Τούτο σημαίνει ότι ευκρινέστερη εικόνα επιτυγχάνεται στους ενδείκτες μεγαλύτερης διαμέτρου και στις μικρότερες κλίμακες (στο παράδειγμα ευκρινέστερη εικόνα επιτυγχάνεται στον ενδείκτη διαμέτρου 340 mm και στην κλίμακα των 3 nm).

### Επίδραση της διάρκειας παλμού

Μια εντοπιζόμενη ηχώ, προκαλεί αύξηση της φωτεινότητας της κηλίδας για ορισμένη διάρκεια εξαρτώμενη από την χρονική διάρκεια του παλμού. Καθώς η φωτεινή κηλίδα σαρώνει την ακτίνα του ενδείκτη από το κέντρο προς την περιφέρεια, λόγω της παραμένουσας λαμπρότητας του ενδείκτη, διαγράφει ένα φωτεινό ίχνος. Έτσι, κάθε παλμός ο οποίος ανακλάται από έναν σημειακό στόχο, προκαλεί στον ενδείκτη ένα φωτεινό ίχνος με πάχος ανάλογο της διαμέτρου της φωτεινής κηλίδας και μήκος κατά την ακτίνα του ενδείκτη, εξαρτώμενο από την διάρκεια παλμού.

Σύμφωνα με την αρχή της βάσεως χρόνου, η φωτεινή κηλίδα σαρώνει την ακτίνα του ενδείκτη, η οποία αντιπροσωπεύει την απόσταση της επιλεγείσας κλίμακας, στο μισό του χρόνου ο οποίος απαιτείται για να καλύψει ένας παλμός ραντάρ την ίδια απόσταση και να επιστρέψει. Με την ίδια λογική, εάν υποθεθεί ότι η διάρκεια της εκπομπής του παλμού είναι 1 μsec, τότε κατά το χρονικό διάστημα της λήψεως, ο παλμός καλύπτει 300 m, αλλά κατά το ίδιο χρονικό διάστημα η φωτεινή κηλίδα μετακινείται στην οθόνη κατά 150 m. Επομένως το γραμμικό μήκος του ίχνους ενός σημειακού στόχου, είναι το γραμμικό μήκος το οποίο αντιπροσωπεύει το μισό του παλμού.

### Επίδραση του οριζόντιου εύρους δέσμης

Κατά την περιστροφή της κεραίας, ο σημειακός στόχος δέχεται έναν αριθμό παλμών εξαρτώμενο από το οριζόντιο εύρος της δέσμης, την ταχύτητα περιστροφής της κεραίας και το PRF. Αφού ο κάθε παλμός προκαλεί στον ενδείκτη ένα φωτεινό ίχνος, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, κατά την περιστροφή της κεραίας, φωτεινά ίχνη τόσα, όσα προσδιορίζονται από τον παραπάνω αριθμό των παλμών, σχηματίζουν τελικά το φωτεινό σχήμα του στόχου. Το καθένα φωτεινό ίχνος έχει πάχος ίσο με την διάμετρο της φωτεινής κηλίδας και μήκος όσο το γραμμικό μήκος το οποίο αντιπροσωπεύει το μισό του παλμού. Το γωνιακό άνοιγμα του εμφανιζόμενου σχήματος στον ενδείκτη, μετρούμενο από το κέντρο της σαρώσεως, εξαρτάται από το οριζόντιο εύρος δέσμης. Ο σημειακός στόχος υποτυπώνεται στον ενδείκτη με γωνιακό άνοιγμα τόσο, όσο και το γωνιακό άνοιγμα του οριζόντιου εύρους της δέσμης, προσαυξημένο κατά την διάμετρο της φωτεινής κηλίδας.

Γενικά το οριζόντιο εύρος δέσμης προκαλεί παραμόρφωση της εικόνας ραντάρ λόγω γωνιακής επιμηκύνσεως. Η ηχώ ενός στόχου αρχίζει να υποτυπώνεται στον ενδείκτη λίγο πριν διέλθει ο κεντρικός άξονας της δέσμης από τον στόχο και συνεχίζει να υποτυπώνεται λίγο μετά την διέλευση. Η γωνιακή αυτή επιμήκυνση καλείται παραμόρφωση λόγω του μισού του οριζοντίου εύρους δέσμης (half beam-width distortion) διότι έχει ως αποτέλεσμα την γωνιακή προέκταση του φωτεινού σχήματος κατά το μισό του οριζοντίου εύρους δέσμης εκατέρωθεν της διοπτύσεως του στόχου. Αν και το οριζόντιο εύρος δέσμης είναι σταθερό, εντούτοις υποτείνει γραμμικό μήκος τόξου μεγαλύτερο σε μεγαλύτερες αποστάσεις και μικρότερο σε μικρότερες αποστάσεις. Επομένως το γραμμικό μήκος της παραμορφώσεως αυξάνει με την αύξηση της αποστάσεως.

### Συνολική επίδραση

Στην περίπτωση του σημειακού στόχου το συνολικό αποτέλεσμα είναι να εμφανίζεται στον ενδείκτη μία ηχώ της οποίας το σχήμα και μέγεθος εξαρτάται από την διάμετρο της φωτεινής κηλίδας, την διάρκεια παλμού

και το οριζόντιο εύρος δέσμης σε συνδυασμό με την απόσταση του στόχου. Για να γίνει αντιληπτή η συνολική επίδραση, παρατίθεται το ακόλουθο παράδειγμα:

Παράδειγμα 1-6: Ένα ναυτιλιακό ραντάρ διαθέτει ενδείκτη διαμέτρου 250 mm με διάμετρο κηλίδας 0,5 mm. Το οριζόντιο εύρος δέσμης είναι  $2,5^\circ$  και η διάρκεια παλμού 1  $\mu\text{sec}$ . Η επιλεγείσα κλίμακα είναι αυτή των 24 nm. Ένας σημειακός στόχος εντοπίζεται στην απόσταση των 22 nm. Να υπολογιστούν οι γραμμικές διαστάσεις του σχήματος του εμφανιζόμενου στόχου στον ενδείκτη.

Λύση:

Επειδή η ακτίνα των 125 mm αντιπροσωπεύει 24 nm, έπεται ότι 1 mm αντιπροσωπεύει γραμμικό μήκος  $24 \cdot 1852 / 125 = 355,58 \text{ m}$ . Η διάμετρος της φωτεινής κηλίδας - 0,5 mm - αντιπροσωπεύει γραμμικό μήκος  $0,5 \cdot 355,58 = 177,79 \text{ m}$  (προηγούμενο παράδειγμα).

Η βάση χρόνου για την κλίμακα των 24 nm είναι  $2 \cdot 24 \cdot 1852 / 3 \cdot 10^8 = 296,32 \mu\text{sec}$ . Σε αυτόν τον χρόνο, η φωτεινή κηλίδα μετακινείται σαρώνοντας την ακτίνα του ενδείκτη η οποία έχει μήκος 125 mm (και επιστρέφει στο κέντρο σε σχεδόν απειροστό χρόνο). Στον χρόνο στον οποίο διαρκεί ο παλμός του 1  $\mu\text{sec}$ , η φωτεινή κηλίδα μετακινείται στον ενδείκτη απόσταση:

$$\frac{125}{296,32} = 0,42 \text{ mm}$$

Η ανωτέρω τιμή αντιπροσωπεύει γραμμικό μήκος  $0,42 \cdot 355,58 = 149,34 \text{ m}$ .

Το γραμμικό μήκος της ηχώ κατά μήκος της ακτίνας είναι η παραπάνω απόσταση, προσαυξημένη κατά την διάμετρο της κηλίδας, εκφρασμένη σε μέτρα, ήτοι:

$$149,34 + 177,79 = 327,13 \text{ m}$$

Η απόσταση του στόχου είναι 22 nm, άρα εμφανίζεται στον ενδείκτη κλίμακας 24 nm, σε απόσταση από το κέντρο  $125 \cdot (22 / 24) \text{ mm}$ . Στην απόσταση αυτή, το οριζόντιο εύρος δέσμης των  $2,5^\circ$  (εκπεφρασμένο σε rad), υποτείνει τόξο μήκους:

$$125 \cdot \frac{22}{24} \cdot 2,5 \cdot \frac{2\pi}{360} = 5,0 \text{ mm}$$

Η ανωτέρω τιμή αντιπροσωπεύει γραμμικό μήκος  $5,0 \cdot 355,58 = 1777,90 \text{ m}$ .

Το γραμμικό μήκος της ηχώ κατά την κάθετη προς την ακτίνα διεύθυνση, είναι η παραπάνω απόσταση, προσαυξημένη κατά την διάμετρο της φωτεινής κηλίδας, εκφρασμένη σε μέτρα, ήτοι:

$$1777,90 + 177,79 = 1955,69 \text{ m}$$

Άρα η ηχώ στον ενδείκτη παρουσιάζεται ως περίπου παραλληλόγραμμο διαστάσεων 327,13 m X 1955,69 m όπως στο σχήμα 1-27.

Η περιοχή αυτή καλείται κυψέλη διακριτικότητας (resolution cell). Είναι φανερό επομένως, ότι το μέγεθος και το σχήμα μίας ηχώ στον ενδείκτη κατά κανόνα δεν συσχετίζεται με το μέγεθος και σχήμα του στόχου ο οποίος την προκαλεί. Ένας μικρός ανακλαστήρας με αμελητέες διαστάσεις ευρισκόμενος στην θέση του παραπάνω σημειακού στόχου, εμφανίζει ηχώ στον ενδείκτη, καταλαμβάνουσα έκταση μερικών πολύ μεγάλων πλοίων. Είναι αλήθεια ωστόσο, ότι μόνο στην περίπτωση κατά την οποία ο στόχος έχει ανακλαστικές επιφάνειες εκτεινόμενες πέρα από την κυψέλη διακριτικότητας, αρχίζει να επιδρά το σχήμα και το μέγεθος αυτού, στο σχήμα και το μέγεθος της ηχώ την οποία προκαλεί στον ενδείκτη. Αυτό συμβαίνει για πολύ μεγάλους στόχους ή και σε πολύ μικρές αποστάσεις.

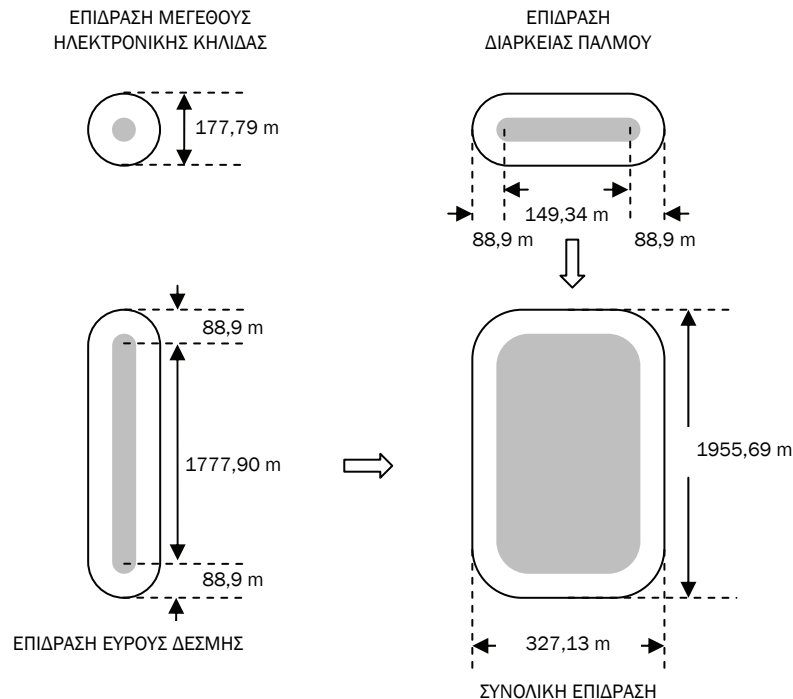
Εάν οι ίδιοι υπολογισμοί πραγματοποιηθούν για σημειακό στόχο στην απόσταση του 1,5 nm, διαπιστώνεται ότι η γραμμική διάσταση κατά την έννοια της ακτίνας παραμένει η ίδια (327,13 m), καθόσον δεν είναι συνάρτηση της αποστάσεως, ενώ αντίθετα η γωνιακή διάσταση μειώνεται στα:

$$125 \cdot \frac{1,5}{24} \cdot 2,5 \cdot \frac{2\pi}{360} = 0,34 \text{ mm}$$

Η ανωτέρω τιμή αντιπροσωπεύει γραμμικό μήκος  $0,34 \cdot 355,58 = 120,90 \text{ m}$ . Αυτό προσαυξανόμενο κατά την διάμετρο της φωτεινής κηλίδας εκπεφρασμένης σε μέτρα, δίδει  $120,90 + 177,79 = 298,69 \text{ m}$ .

Επομένως όταν ένας στόχος προσεγγίζει από τα 22 nm στο 1,5 nm, το σχήμα της ηχώ του αλλάζει και ενώ

αρχικά η γωνιακή διάσταση είναι μεγαλύτερη, στο τέλος το αντίστροφο συμβαίνει (στο παράδειγμα η γωνιακή διάσταση αρχικά είναι 1955,69 m και στο τέλος 298,69 m).



Σχήμα 1-27: Επίδραση ηλεκτρονικής κηλίδας, διάρκειας παλμού και εύρους δέσμης στο σχήμα και μέγεθος μίας ηχώ σημειακού στόχου στον ενδείκτη για τα δεδομένα του παραδείγματος 1-6.

Συμπερασματικά, τα ναυτιλιακά ραντάρ έχουν περιορισμένη ικανότητα παρουσιάσεως της εικόνας με λεπτομέρεια. Στην χρησιμοποίηση του ραντάρ για αποφυγή συγκρούσεων, το πρακτικό αποτέλεσμα του παραπάνω περιορισμού είναι, ότι το σχήμα της ηχώ ενός στόχου στον ενδείκτη, δεν δίνει ένδειξη της πορείας του και κάθε προσπάθεια εκτιμήσεως της πορείας του στόχου από το σχήμα της ηχώ του, οδηγεί σε λανθασμένα και επικίνδυνα συμπεράσματα. Για παράδειγμα ένας μη έμπειρος χειριστής δυνατόν να συμπεράνει εσφαλμένα, ότι οι στόχοι προς την περιφέρεια του ενδείκτη, παρουσιάζουν την πλευρά τους (επειδή υπερισχύει το γωνιακό άνοιγμα) ενώ στόχοι πλησίον του κέντρου παρουσιάζουν την πλήρη ή πρύμη τους (επειδή υπερισχύει η γραμμική διάσταση κατά την έννοια της ακτίνας). Στην χρησιμοποίηση του ραντάρ για ναυσιπλοΐα ισχύουν οι ίδιοι περιορισμοί όσον αφορά την λεπτομέρεια της εμφανιζόμενης στον ενδείκτη γεωγραφικής περιοχής.

#### 1.4.7 Διακρίβωση αποστάσεως και διοπτύσεως

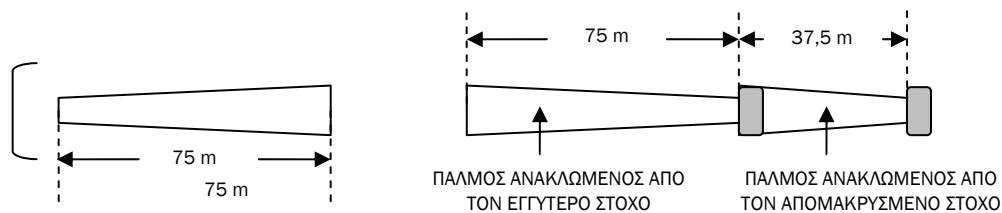
##### Διακρίβωση αποστάσεως

Διακρίβωση αποστάσεως είναι η ικανότητα του ραντάρ να διαχωρίζει δύο στόχους ευρισκομένους στην ίδια διόπτευση και σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η ελάχιστη απόσταση την οποία πρέπει να απέχουν μεταξύ τους οι δύο στόχοι στην ίδια διόπτευση ώστε να μη εμφανίζονται ως ένας στόχος στην οθόνη, καλείται απόσταση διακριβώσεως κατά απόσταση και μετρείται σε μέτρα. Στην εκτίμηση της αποστάσεως διακριβώσεως, γίνεται δεκτό ότι η δέσμη του ραντάρ φωτίζει εξ ίσου και τους δύο στόχους.

Η απόσταση διακριβώσεως εξαρτάται βασικά από την διάρκεια παλμού. Για παράδειγμα εάν ο παλμός έχει διάρκεια 0,25 μsec τότε, μετά την εκπομπή του από την κεραία, το γραμμικό του μήκος στον χώρο εκφράζεται σε  $0,25 \cdot 300 = 75$  m. Η θεωρητική τιμή της αποστάσεως διακριβώσεως είναι το μισό του

μήκους του παλμού εκφρασμένο σε μέτρα, δηλαδή στην προκειμένη περίπτωση 37,5 m. Για δύο στόχους στην ίδια διόπτειση απέχοντες απόσταση 37,5 m, η εμπρόσθια πλευρά του ανακλώμενου παλμού από τον μακρινότερο στόχο, μόλις αγγίζει την οπίσθια πλευρά του ανακλώμενου παλμού από τον εγγύτερο στόχο (σχήμα 1-28). Όταν οι στόχοι απέχουν απόσταση μικρότερη, τότε ο παλμός από τον μακρινότερο στόχο επικάθεται στον παλμό από τον εγγύτερο στόχο και οι δύο στόχοι εμφανίζονται στον ενδείκτη ως ένας. Επομένως, για την εύρεση της αποστάσεως διακριβώσεως υπολογίζεται το μισό της διάρκειας παλμού σε μέτρα. Στην πράξη, η απόσταση διακριβώσεως είναι λίγο μεγαλύτερη, λόγω του μεγέθους της φωτεινής κηλίδας για το οποίο έγινε λόγος προηγουμένως.

Οι προδιαγραφές IMO προσδιορίζουν τις απαιτήσεις διακριβώσεως κατ' απόσταση για δύο μικρούς στόχους στην ίδια διόπτειση, απέχοντες 50 m. Προς συμμόρφωση με τις προδιαγραφές, πρέπει στην κλίμακα των 2 nm ή μικρότερη, οι στόχοι να διαχωρίζονται, όταν η απόστασή τους από το πλοίο είναι μεταξύ 50% και 100% της μέγιστης αποστάσεως για την εν χρήση κλίμακα.



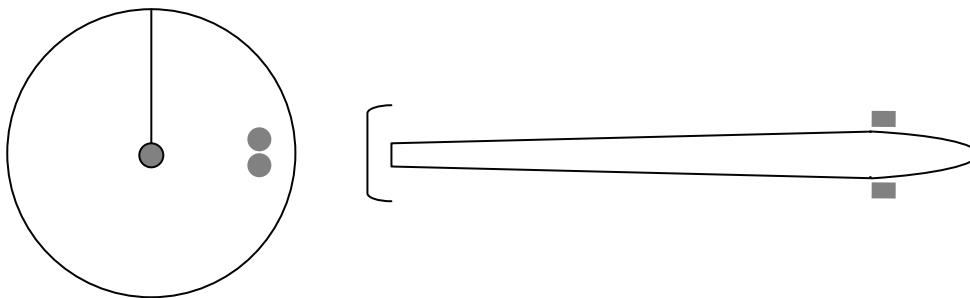
Σχήμα 1-28: Διακρίβωση κατ' απόσταση

Καλή εστίαση και σωστή ρύθμιση λαμπρότητας βελτιστοποιούν την διακρίβωση αποστάσεως. Το αυτό είναι αληθές και με επιλογή μικρότερης διάρκειας παλμού ή και με μία τεχνική επεξεργασίας σήματος καλούμενη διαφόριση (differentiation). Η τεχνική αυτή συζητείται σε επόμενο εδάφιο.

### Διακρίβωση διοπτύσεως

Διακρίβωση διοπτύσεως είναι η ικανότητα του ραντάρ να διαχωρίζει δύο στόχους ευρισκομένους στην ίδια απόσταση και σε παραπλήσιες διοπτύσεις. Η ελάχιστη απόσταση την οποία πρέπει να απέχουν μεταξύ τους οι δύο ισάπεχοντες από το πλοίο στόχοι, ώστε να μη εμφανίζονται στην οθόνη ως ένας στόχος, καλείται απόσταση διακριβώσεως κατά διόπτειση και μετρείται σε μέτρα.

Οι προδιαγραφές του IMO οριοθετούν απαιτήσεις διακριβώσεως κατά διόπτειση για δύο μικρούς στόχους ευρισκομένους στην ίδια απόσταση μεταξύ 50% και 100% της κλίμακας των 1,5 ή 2 nm. Προς συμμόρφωση με τις προδιαγραφές οι στόχοι πρέπει να διαχωρίζονται όταν το γωνιακό τους άνοιγμα είναι μεγαλύτερο από  $2,5^\circ$ .



Σχήμα 1-29: Διακρίβωση κατά διόπτειση

Δύο στόχοι στην ίδια απόσταση και σε παραπλήσιες διοπτρεύσεις διαχωρίζονται τότε και μόνο, όταν ο λοβός περνώντας από τον πρώτο στόχο, παύει να τον φωτίζει, ενώ ακόμη δεν έχει αρχίσει να φωτίζει τον δεύτερο (σχήμα 1-29). Επομένως θεωρητικά, οι στόχοι διαχωρίζονται όταν γωνιακά απέχουν τουλάχιστον γωνιακό άνοιγμα ενός εύρους δέσμης. Στην πράξη το εύρος της δέσμης πρέπει να προσαυξηθεί κατά το μέγεθος της φωτεινής κηλίδας. Τέλος, η γραμμική απόσταση την οποία υποτείνει το γωνιακό άνοιγμα της δέσμης, αυξάνεται σε μεγαλύτερες αποστάσεις, άρα σε μεγαλύτερες αποστάσεις ο γραμμικός διαχωρισμός μεταξύ των στόχων πρέπει να είναι μεγαλύτερος για να διαχωριστούν στον ενδείκτη.

## 1.5 Εξωτερικοί παράγοντες επηρεάζοντες τις επιδόσεις ραντάρ

### 1.5.1 Ορίζοντας ραντάρ

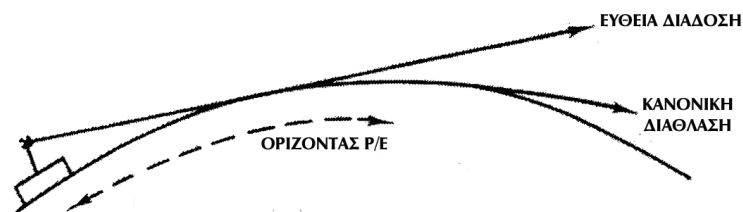
Αν και η μέγιστη απόσταση εντοπισμού η οποία προσδιορίζεται από τις παραμέτρους του ραντάρ και την ανακλαστική επιφάνεια του στόχου δυνατόν να είναι αρκετά μεγάλη, εν τούτοις περιορίζεται λόγω ορίζοντα για το ύψος της κεραίας από την επιφάνεια της θάλασσας. Όταν το ύψος της κεραίας 'h' εκφράζεται σε πόδια (ft) και η απόσταση ορίζοντα 'd' σε ναυτικά μίλια (nm), τότε υπό ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες, ισχύει κατά προσέγγιση η σχέση:

$$d_{n.m.} = 1,22\sqrt{h_{ft}}$$

Όταν το ύψος της κεραίας 'h' εκφράζεται σε μέτρα (m) και η απόσταση ορίζοντα 'd' σε ναυτικά μίλια (nm), τότε υπό ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες ισχύει κατά προσέγγιση η σχέση:

$$d_{n.m.} = 2,22\sqrt{h_m}$$

Η ακτινοβολία ραντάρ διαθλάται ελάχιστα προς την επιφάνεια της γης υπό ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες, αυξάνοντας τον οπτικό ορίζοντα περίπου 10% (σχήμα 1-30).



Σχήμα 1-30: Ορίζοντας ραντάρ κάτω από ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες

Οι ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες προσδιορίζουν την κατανομή της θερμοκρασίας, της βαρομετρικής πίεσης και της σχετικής υγρασίας σε διάφορα ύψη ως ακολούθως:

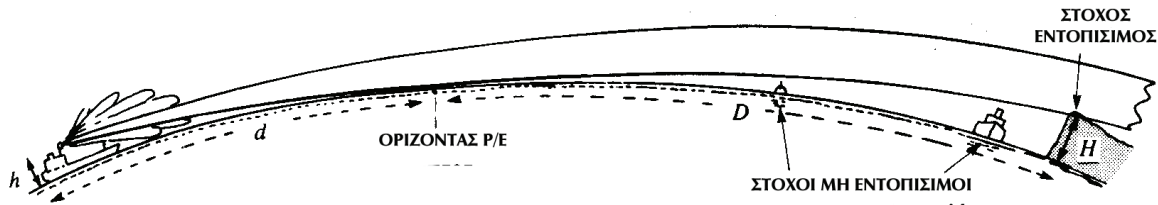
- Πίεση: 1013 m bars στην επιφάνεια της θάλασσας, μειούμενη 36 m bars ανά 1000 ft ύψους
- Θερμοκρασία: 15 °C στην επιφάνεια της θάλασσας, μειούμενη 2° C ανά 1000 ft ύψους
- Σχετική υγρασία: 60% σταθερή σε όλα τα ύψη

Υπό αυτές τις ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες, ο συντελεστής διαθλάσεως είναι 1,00325 στην επιφάνεια της θάλασσας και μειώνεται 0,00013 μονάδες ανά 1000 ft ύψους.

Ωστόσο, στόχοι σε μεγαλύτερες αποστάσεις εντοπίζονται, εάν τμήματα των ανακλαστικών τους επιφανειών εκτείνονται υπεράνω του ορίζοντα. Από το σχήμα 1-31, φαίνεται ότι ο εντοπισμός στόχων πέρα από τον ορίζοντα εξαρτάται και από το ύψος τους μετρούμενο από την επιφάνεια της θάλασσας. Επομένως η θεωρητική μέγιστη απόσταση εντοπισμού 'R<sub>a</sub>' επί τη βάσει του ύψους κεραίας και ύψους στόχου δίδεται κατά προσέγγιση από τις σχέσεις:

$$R_{d_{n.m.}} = 1,22\sqrt{h_{ft}} + 1,22\sqrt{H_{ft}} \quad \text{ή} \quad R_{d_{n.m.}} = 2,22\sqrt{h_m} + 2,22\sqrt{H_m}$$

όπου 'h' και 'H', τα ύψη της κεραίας και του στόχου αντίστοιχα σε πόδια (ft) ή σε μέτρα (m). Η απόσταση 'R<sub>d</sub>' δίδεται πάντοτε σε nm.



Σχήμα 1-31: Ο ορίζοντας ραντάρ υπό ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες

Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες επηρεάζουν τις αποστάσεις ορίζοντα. Οι αποστάσεις ορίζοντα δυνατόν να διαφέρουν σημαντικά από τις αποστάσεις τις οποίες δίνουν οι παραπάνω σχέσεις, όταν οι συνθήκες διαθλάσεως είναι διαφορετικές από τις προσδιοριζόμενες επί τη βάση των ομαλών ατμοσφαιρικών συνθηκών.

Θεωρητικά φαίνεται να αυξάνεται η απόσταση εντοπισμού με την αύξηση του ύψους της κεραίας. Στην πράξη όμως, τίθεται ένα όριο πέρα από το οποίο περαιτέρω αύξηση του ύψους της κεραίας δεν συνιστάται, ενώ οι αρνητικές επιπτώσεις από την αύξηση του μήκους της γραμμής μεταφοράς δεν είναι αμελητέες. Από τις παραπάνω σχέσεις φαίνεται ότι για διπλασιασμό της αποστάσεως ορίζοντα, το ύψος της κεραίας πρέπει να τετραπλασιαστεί. Με ύψος κεραίας 16 m, η απόσταση ορίζοντα είναι  $2,22 * 4 = 8,88$  nm. Διπλασιασμός της αποστάσεως ορίζοντα (στα 17,76 nm) θεωρητικά επιτυγχάνεται με ύψος κεραίας  $(17,76 / 2,22)^2 = 64$  m (πρακτικά ανέφικτο).

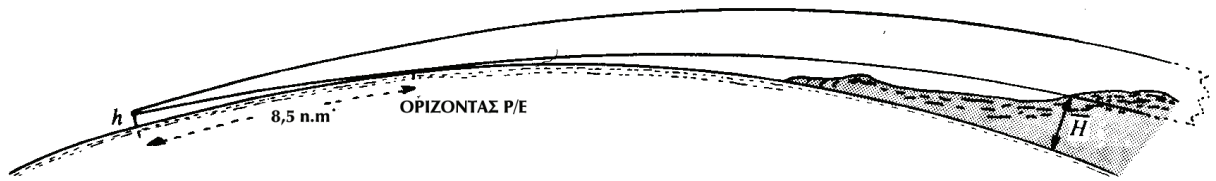
Από το σχήμα 1-31 φαίνεται ότι αν και εντοπίζονται στόχοι πέραν του ορίζοντα για το ύψος κεραίας, δεν σημαίνει ότι στόχοι σε πλησιέστερες αποστάσεις οπωσδήποτε εντοπίζονται. Στο σχήμα, ηχώ από υπερκείμενες επιφάνειες εδάφους εντοπίζονται, αλλά δεν υπάρχει δυνατότητα εντοπισμού των στόχων σε εγγύτερη απόσταση. Για ένα πλοίο στο οποίο η κεραία είναι τοποθετημένη σε ύψος 16 m, η απόσταση ορίζοντα είναι 8,88 nm. Τούτο σημαίνει ότι εάν κάποιος στόχος εντοπίζεται πέρα από τα 8,88 nm, πρέπει να θεωρηθεί ότι έχει ανακλαστικές επιφάνειες εκτεινόμενες σε κάποιο ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας. Η θεωρητική απόσταση εντοπισμού μίας απότομης βραχώδους ακτής ύψους 64 m, για ύψος κεραίας 16 m είναι  $2,22 * 8 + 2,22 * 4 = 26,64$  nm υπό ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες.

Ας υποθεθεί ότι ένα πλοίο με ύψος κεραίας 16 m, εντοπίζει ξηρά σε απόσταση 20 nm. Τούτο σημαίνει ότι η ηχώ προέρχεται από σημεία της ξηράς τα οποία έχουν ύψος τουλάχιστον:

$$20 = 2,22\sqrt{16} + 2,22\sqrt{H} \rightarrow H = \left( \frac{20 - (2,22 * 4)}{2,22} \right)^2 = 25,09 \text{ m}$$

Όπως φαίνεται στο σχήμα 1-32, είναι τελείως εσφαλμένο να θεωρήσει κανείς ότι το πλοίο βρίσκεται 20 nm από την ακτογραμμή. Μεγάλη προσοχή απαιτείται στην προσπάθεια αναγνώρισης στόχων ξηράς πέραν του ορίζοντα ραντάρ. Από το παραπάνω παράδειγμα και το σχήμα 1-32 είναι προφανές ότι εκείνο το οποίο εντοπίζεται ως ξηρά δεν είναι η ακτογραμμή αλλά υπερκείμενες επιφάνειες εδάφους στα ενδότερα. Εάν ο ναυτιλόμενος δεν κατανοήσει αυτόν τον παράγοντα, συμπεραίνει εσφαλμένα ότι το πλοίο του ευρίσκεται περισσότερο απομακρυσμένο από την ακτή από ότι στην πραγματικότητα συμβαίνει.



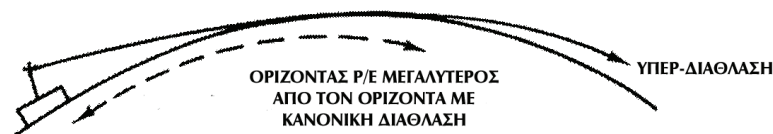


Σχήμα 1-32: Επίδρασεις ύψους στόχου και κεραιάς στην απόσταση ορίζοντα

### 1.5.2 Επίδραση μεταβολής δείκτη διαθλάσεως

#### Υπερδιάθλαση

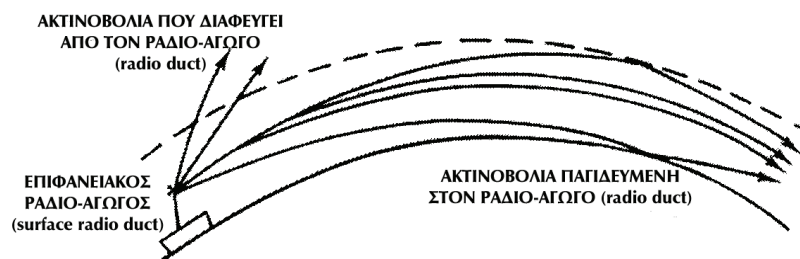
Υπερδιάθλαση συμβαίνει όταν θερμές και ξηρές αέριες μάζες επικάθονται σε ψυχρές και υγρές αέριες μάζες (σχήμα 1-33). Με την διατάραξη αυτή, η δέσμη ακτινοβολίας κάμπτεται περισσότερο προς τα κάτω από ότι με ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες. Το αποτέλεσμα είναι να αυξάνονται οι μέγιστες αποστάσεις εντοπισμού. Φαινόμενα υπερδιαθλάσεως παρατηρούνται συνήθως στις τροπικές περιοχές, όταν θερμές μάζες αέρος κινούνται υπεράνω ψυχρών ωκεάνιων ρευμάτων. Γενικά η υπερδιάθλαση συνοδεύεται από πολύ καλές καιρικές συνθήκες και υψηλό βαρομετρικό. Η Μεσόγειος θάλασσα και το Αιγαίο πέλαγος είναι περιοχές στις οποίες παρατηρείται έντονα αυτό το φαινόμενο.



Σχήμα 1-33: Υπερδιάθλαση

#### Υπερβολική υπερδιάθλαση (ducting ή extra super refraction)

Στους χειριστές ραντάρ είναι γνωστό το φαινόμενο, ορισμένες φορές να εντοπίζουν στόχους σε εξαιρετικά μεγάλες αποστάσεις. Αυτό το φαινόμενο συμβαίνει σε εξαιρετικές περιπτώσεις υπερβολικής υπερδιαθλάσεως. Η ακτινοβολία παγιδεύεται σε ένα ατμοσφαιρικό στρώμα το οποίο επικάθεται στην επιφάνεια της θάλασσης και καλείται επιφανειακός ραδιοαγωγός (surface radio duct).



Σχήμα 1-34: Υπερβολική υπερδιάθλαση

Στον ραδιοαγωγό (σχήμα 1-34), η ακτινοβολία διαθλάται προς τα κάτω στην επιφάνεια της θάλασσης, ανακλάται προς τα επάνω, διαθλάται εκ νέου προς τα κάτω κ.ο.κ. Ο ραδιοαγωγός δυνατόν να έχει μικρό

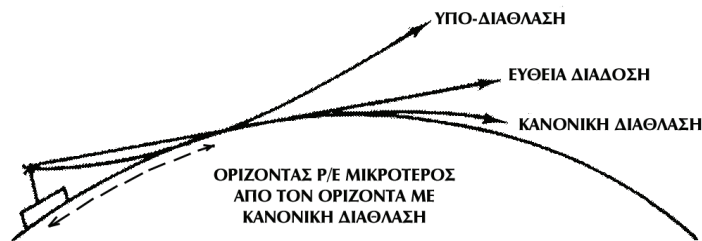
ύψος από την επιφάνεια της θάλασσης, για παράδειγμα 100 ft (30 m). Η ακτινοβολία διαδίδεται, όπως και σε έναν κυματοδηγό, με μικρές απώλειες. Στόχοι εντοπίζονται σε εξαιρετικά μεγάλες αποστάσεις και αυτό το φαινόμενο δίνει αφορμή στην δημιουργία ανεπιθύμητων επιστροφών second-trace. Οι ευκαιρίες εντοπισμού στόχων εκτός του ραδιοαγωγού είναι ελάχιστες, διότι πολύ μικρό ποσοστό ακτινοβολίας διαφεύγει.

Περιοχές στις οποίες παρατηρείται υπερβολική υπερδιάθλαση είναι η Ερυθρά Θάλασσα, ο Αραβικός κόλπος και η Μεσόγειος θάλασσα, συνήθως τους φθινοπωρινούς μήνες με ελαφρούς νότιους ανέμους. Επίσης στην περιοχή της δυτικής ακτής της Αφρικής και των Καναρίων νήσων.

Σε πολύ σπάνιες περιπτώσεις ο ραδιοαγωγός συμβαίνει να έχει πολύ χαμηλό ύψος και η κεραία να ευρίσκεται υπεράνω αυτού. Στην εξαιρετική αυτή περίπτωση, μικρό ποσοστό ακτινοβολίας διαπερνά τον ραδιοαγωγό και διαθλάται προς τα κάτω. Όταν αυτό συμβαίνει, οι στόχοι εντοπίζονται σε εξαιρετικά μικρές αποστάσεις. Η κατάσταση αυτή αναφέρεται ως blind radar ή radar blackout (blind = τυφλός).

### Υποδιάθλαση (sub-refraction)

Υποδιάθλαση συμβαίνει όταν ψυχρές και υγρές αέριες μάζες επικάθονται σε κατώτερες θερμές και ξηρές αέριες μάζες (σχήμα 1-35). Με την διατάραξη αυτή, η δέσμη της ακτινοβολίας κάμπτεται προς τα άνω, ή προς τα κάτω, όχι τόσο όμως, όσο υπό ομαλές ατμοσφαιρικές συνθήκες. Το αποτέλεσμα είναι να μειώνονται οι μέγιστες αποστάσεις εντοπισμού. Φαινόμενα υποδιάθλασεως παρατηρούνται συνήθως σε πολικές περιοχές, όταν ψυχρές μάζες αέρος κινούνται υπεράνω θερμών ωκεάνιων ρευμάτων. Γενικά η υποδιάθλαση συνοδεύεται από κακές καιρικές συνθήκες και βαρομετρικό χαμηλό.



Σχήμα 1-35: Υποδιάθλαση

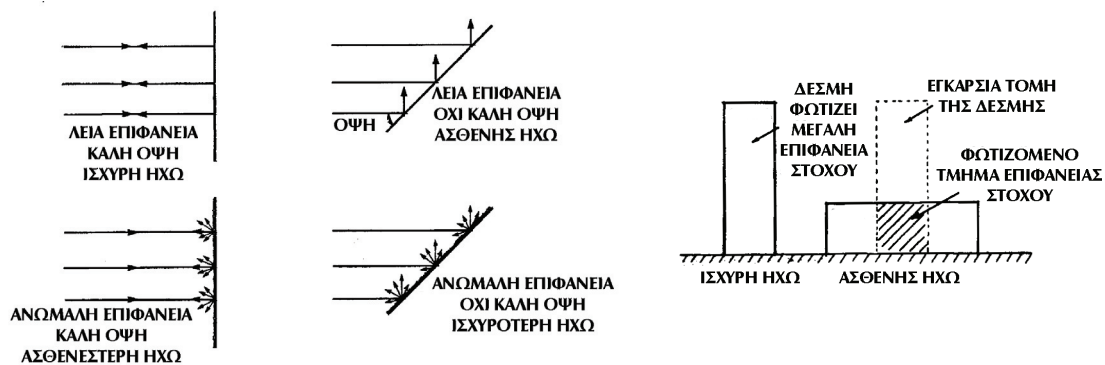
### 1.5.3 Επίδραση χαρακτηριστικών ανακλαστικής επιφάνειας στόχων

Η ισχύς της εκπεμπόμενης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από την κεραία, διασκορπίζεται εντός των ορίων του λοβού έτσι ώστε ένα μικρό ποσοστό αυτής προσβάλλει ένα στόχο. Ο στόχος απορροφά ένα μέρος της ακτινοβολίας και ανακλά το υπόλοιπο ποσοστό προς διάφορες κατευθύνσεις, με αποτέλεσμα στην κεραία να καταφθάνει ένα ακόμη μικρότερο ποσοστό εξαρτώμενο από τα παρακάτω κύρια χαρακτηριστικά του στόχου:

- α. Υλικό: Γενικώς στόχοι κατασκευασμένοι από υλικά τα οποία είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, παρουσιάζουν ισχυρή ηχώ στο ραντάρ. Υπάρχουν υλικά τα οποία απορροφούν και μετατρέπουν σε θερμότητα σημαντικό ποσοστό της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Στόχοι κατασκευασμένοι από τέτοια υλικά, αντανακλούν λιγότερο ποσοστό ακτινοβολίας. Άλλα υλικά είναι διαπερατά από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Το fiber glass συμπεριφέρεται με αυτό τον τρόπο. Έτσι, μεταλλικοί στόχοι παρουσιάζουν πολύ καλή ηχώ, ενώ είναι δυσχερής ο εντοπισμός σκαφών από fiber glass. Επίσης στόχοι από ξύλο, έχουν γενικώς ασθενέστερη ηχώ από εκείνη την οποία θα παρουσίαζαν εάν ήταν μεταλλικοί.
- β. Όψη (aspect): Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία υφίσταται παρόμοια ανάκλαση, όπως και όταν το φως προσπέσει σε ένα επίπεδο καθρέπτη. Η ανάκλαση αυτή καλείται κατοπτρική (specular reflection). Όψη, είναι η γωνία προσπτώσεως των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στην θεωρούμενη

επίπεδη επιφάνεια του στόχου, όπως φαίνεται στο σχήμα 1-36α. Η ανάκλαση είναι ισχυρή όταν η όψη του στόχου είναι  $90^\circ$  και πτωχή σχεδόν σε κάθε άλλη όψη.

- γ. Σύσταση της επιφάνειας του στόχου: Το πόσο κατοπτρική είναι η ανάκλαση, εξαρτάται από την υφή της ανακλαστικής επιφάνειας, δηλαδή εάν είναι λεία ή ανώμαλη σε συνδυασμό πάντα με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας η οποία προσβάλλει αυτή την επιφάνεια. Το ραντάρ βλέπει την επιφάνεια ως λεία, εάν οι ανώμαλες εξάρσεις αυτής, είναι αρκετά μικρότερες από το μήκος κύματος και τότε συμβαίνει κατοπτρική ανάκλαση. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ηχώ των αντικειμένων, η επιφάνειά των οποίων φαίνεται ανώμαλη και επομένως διασκορπίζουν μεγάλο ποσοστό της ακτινοβολίας, σε ορισμένες περιπτώσεις ενισχύεται ακόμη και σε όψεις οι οποίες δεν συμβάλλουν θετικά στον εντοπισμό τους όπως φαίνεται στο σχήμα 1-36α.
- δ. Φωτιζόμενη επιφάνεια: Σε γενικές γραμμές όσο περισσότερη ακτινοβολία φωτίζει τον στόχο, τόσο ισχυρότερη είναι η ηχώ του. Έτσι η ηχώ είναι ισχυρότερη, εάν η φωτιζόμενη επιφάνεια του στόχου από την δέσμη είναι μεγαλύτερη. Δύο στόχοι δυνατόν να έχουν την ίδια ανακλαστική επιφάνεια, όπως δείχνει το σχήμα 1-36β, αλλά το σχήμα της δέσμης είναι τέτοιο ώστε φωτίζει περισσότερο στόχους με επιφάνειες εκτεινόμενες κατακόρυφα και λιγότερο στόχους με επιφάνειες εκτεινόμενες οριζόντια.



(α) Επίδραση της όψεως και της συστάσεως της ανακλαστικής επιφάνειας στόχου

(β) Επίδραση φωτιζόμενης επιφάνειας στόχου

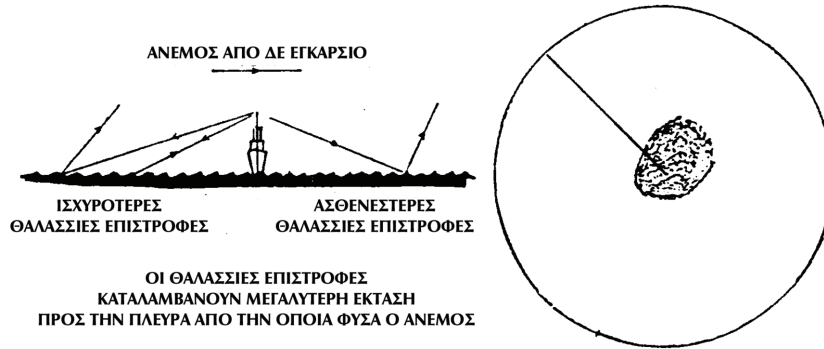
Σχήμα 1-36: Επίδραση χαρακτηριστικών ανακλαστικής επιφάνειας στόχων στις μέγιστες αποστάσεις εντοπισμού

### 1.5.4 Θαλάσσιες επιστροφές (sea clutter)

Ο όρος 'clutter' στα ραντάρ περιγράφει την συγκέντρωση ανεπιθύμητων ανακλάσεων στον ενδείκτη. Ο όρος 'sea clutter' αφορά τις προερχόμενες επιστροφές από τις ανακλάσεις στην επιφάνεια της θάλασσας λόγω κυματισμού. Η παρουσία των επιστροφών λόγω κυματισμού δυσχεραίνει ή καθιστά αδύνατο τον εντοπισμό στόχων και τούτο συνιστά ένα σημαντικό περιορισμό ακόμα και στα πλέον προηγμένης τεχνολογίας ναυτιλιακά ραντάρ.

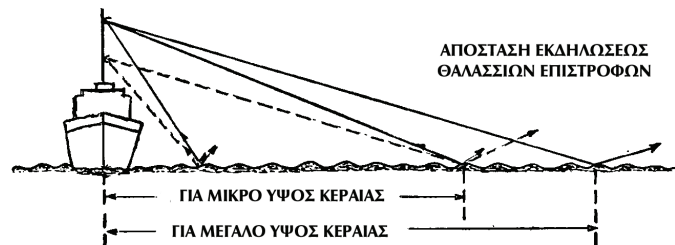
Σε γενικές γραμμές, όσο η ισχύς του ανέμου αυξάνεται, αυξάνεται το ύψος του κυματισμού. Σε κάποια στιγμή οι επιστροφές από τις κορυφές των κυμάτων είναι τόσο ισχυρές ώστε αργά ή γρήγορα φέρνουν σε κορεσμό τον δέκτη και τον ενδείκτη. Οι θαλάσσιες επιστροφές εκδηλώνουν την παρουσία τους σε εγγύς αποστάσεις πέριξ του πλοίου. Οι επιφάνειες των κυμάτων εγγύς του πλοίου εμφανίζονται περισσότερο κατακόρυφες και παρουσιάζουν όψη, η οποία ευνοεί περισσότερο τις ανεπιθύμητες ανακλάσεις. Με την αύξηση της αποστάσεως, η όψη των επιφανειών των κυμάτων ευνοεί όλο και λιγότερο τις ανακλάσεις και επομένως η ανακλαστική επιφάνεια των θαλασσιών επιστροφών μειώνεται στις μεγαλύτερες αποστάσεις. Μετά από μία απόσταση, οι επιφάνειες των κυμάτων παρουσιάζουν όψη, η οποία δεν ευνοεί ανεπιθύμητες ανακλάσεις, αλλά ανακλάσεις ως να ήταν η επιφάνεια της θάλασσας λεία. Επομένως, η ανακλαστική επιφάνεια των θαλασσιών επιστροφών είναι συνάρτηση της αποστάσεως.

Το πόσο μεγάλη ή μικρή είναι η απόσταση εκδηλώσεως των ανεπιθύμητων ανακλάσεων εξαρτάται βασικά από την διεύθυνση του ανέμου και το ύψος της κεραίας. Δια προσεκτικής παρατηρήσεως του κυματισμού, διαπιστώνεται ότι προς την πλευρά από την οποία φυσά ο άνεμος, οι επιφάνειες των κυμάτων είναι περισσότερο κατακόρυφες. Η ακτινοβολία προσπίπτει περισσότερο κάθετα και τούτο δίδει την αφορμή εκδηλώσεως των θαλασσίων επιστροφών σε μεγαλύτερη απόσταση από ότι προς την υπήνεμη διεύθυνση όπως δείχνει το σχήμα 1-37.



Σχήμα 1-37: Έκταση θαλασσίων επιστροφών στην ανοικτή θάλασσα με τον άνεμο από την δεικνυόμενη κατεύθυνση

Όσον αφορά το ύψος της κεραίας, μεγαλύτερο ύψος αυξάνει την απόσταση στην οποία εκδηλώνονται οι ανεπιθύμητες ανακλάσεις, καθώς τότε ευνοούνται ανεπιθύμητες ανακλάσεις από μεγαλύτερες αποστάσεις όπως δείχνει το σχήμα 1-38.

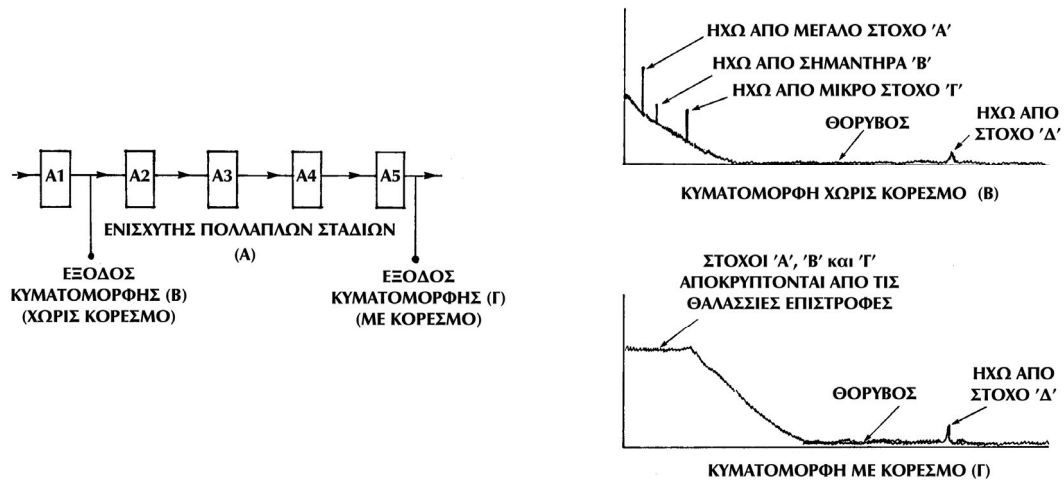


Σχήμα 1-38: Επίδραση του ύψους κεραίας στην έκταση των θαλασσίων επιστροφών

Το σχήμα 1-39α παρουσιάζει τον ενισχυτή IF αποτελούμενο από πολλαπλά στάδια ενισχύσεως (στο σχήμα παρουσιάζονται πέντε (5) στάδια). Το σχήμα 1-39β παρουσιάζει το σήμα video μίας σαρώσεως, το οποίο συνιστά μία τυπική απόκριση από θαλάσσιες επιστροφές εν απουσία κορεσμού του δέκτη, όπως αυτή λαμβάνεται από την έξοδο των πρώτων σταδίων ενισχύσεως (στο σχήμα, το σήμα λαμβάνεται από την έξοδο του 1<sup>ου</sup> σταδίου). Κορεσμός συνήθως συμβαίνει στους γραμμικούς ενισχυτές - όπως εξηγείται σε επόμενο εδάφιο - και έχει ως αποτέλεσμα την απόκριση του σχήματος 1-39γ, όπως αυτή λαμβάνεται από την έξοδο του τελευταίου σταδίου ενισχύσεως. Σύγκριση των δύο κυματομορφών δείχνει γιατί συμβαίνει απόκρυψη των στόχων Α (μεγάλος στόχος), Β (σημαντήρας) και Γ (μικρός στόχος) σε μικρές αποστάσεις λόγω κορεσμού του δέκτη από την παρουσία θαλασσίων επιστροφών.

### 1.5.5 Επιστροφές από καιρικά φαινόμενα (rain clutter)

Οι επιστροφές από καιρικά φαινόμενα είναι εκείνες οι οποίες προέρχονται από όλες τις καταστάσεις και μορφές στις οποίες το νερό εκδηλώνει την παρουσία του στην ατμόσφαιρα όπως ομίχλη, βροχή, χαλάζι, χιόνι κλπ. Οι ανακλάσεις αυτές προκαλούν ανεπιθύμητες επιστροφές.



Σχήμα 1-39: Μεταβολή της αποκρίσεως θαλασσιών επιστροφών συναρτήσει της αποστάσεως: (β) χωρίς κορεσμό (γ) με κορεσμό

Ηχώ από καιρικά φαινόμενα παρατηρούνται σε οποιαδήποτε περιοχή στον ενδείκτη και δυνατόν να αλλάζει ταχέως η θέση τους. Συν τοις άλλοις, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κατά την διάδοσή της, υφίσταται διάχυση σε άλλες διευθύνσεις και απορρόφηση από τα μόρια του νερού. Όλα αυτά προκαλούν απώλειες και η ηχώ επιστρέφει περισσότερο εξασθενημένη απ' ό,τι χωρίς την παρουσία των καιρικών φαινομένων. Στόχοι πέραν και εκτός της περιοχής των καιρικών φαινομένων δυσκολότερα εντοπίζονται. Τα καιρικά φαινόμενα όταν εκδηλώνονται, δυνατόν να αποκρύψουν στόχους ακόμη και με ισχυρή ηχώ, λόγω κορεσμού του δέκτη. Ακόμη, στόχοι των οποίων η ηχώ ευρίσκεται κάτω από το όριο κορεσμού του δέκτη, δύσκολα διακρίνονται εν μέσω των επιστροφών από τα καιρικά φαινόμενα, λόγω πτωχής αντίθεσεως (contrast) και φυσικά στόχοι ασθενέστεροι από τις επιστροφές καιρικών φαινομένων δεν έχουν καμία ευκαιρία εντοπισμού τους.

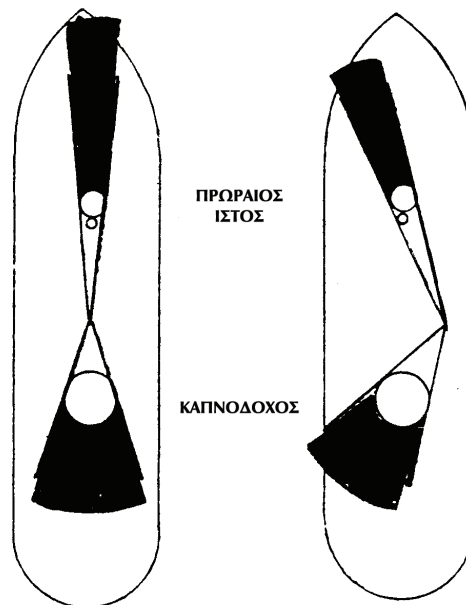
Ακόμη και σε καθαρή ατμόσφαιρα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα υφίστανται ένα ποσοστό απωλειών κατά την διάδοσή τους. Τούτο συμβαίνει εξ αιτίας της παρουσίας των υδρατμών και του οξυγόνου. Οι υδρατμοί και το οξυγόνο απορροφούν την ακτινοβολία και την αποδίδουν υπό μορφή θερμότητας. Αναφέρθηκε στα προηγούμενα ότι, η επίδραση αυτή καθίσταται ιδιαίτερα υπολογίσιμη για μήκη κύματος μικρότερα των 3 cm (X-band).

Επί τη βάση των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, η ισχύς των παρασιτικών επιστροφών (τόσο των επιστροφών θαλάσσης όσο και των επιστροφών από καιρικά φαινόμενα) εξαρτάται από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας σε συνδυασμό με το μέγεθος των αντικειμένων τα οποία προκαλούν τις επιστροφές αυτές. Σε γενικές γραμμές οι θαλάσσιες επιστροφές και οι επιστροφές από καιρικά φαινόμενα είναι ασθενέστερες όταν χρησιμοποιείται ραντάρ S-band έναντι ραντάρ X-band.

Τα σύγχρονα ραντάρ διαθέτουν κυκλώματα επεξεργασίας σήματος για την αυτόματη απόρριψη των ανεπιθύμητων επιστροφών θαλάσσης ή καιρικών φαινομένων (κομβίο AUTO CLUTTER REJECTION), αλλά παράλληλα δίδουν την δυνατότητα στον χειριστή να εφαρμόσει την εμπειρία του και την επιδεξιότητά του με χειροκίνητη ρύθμιση των προς τούτο κομβίων ελέγχου (κομβία ANTI CLUTTER SEA και ANTI CLUTTER RAIN). Περισσότερα για τις ρυθμίσεις αυτές αναφέρονται στο επόμενο κεφάλαιο.

### 1.5.6 Εγκατάσταση της κεραίας

Οι παράγοντες οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη για την εγκατάσταση της κεραίας είναι η αποφυγή νεκρών τομέων και τομέων σκιάς, καθώς και η αποφυγή ψευδοηχώ από τις υπερκατασκευές (συζητούνται σε επόμενο εδάφιο). Στα εμπορικά πλοία τα οποία κατά κανόνα έχουν πολλά εμπόδια όπως ιστούς, καπνοδόχους, στοιβαγμένα φορτία, εμπορευματοκιβώτια κοκ, η τοποθέτηση της κεραίας πραγματοποιείται με συμβιβασμούς (σχήμα 1-40).



Σχήμα 1-40: Θέση της κεραίας και τομείς σκιάς

Γενικώς η τοποθέτηση επί της διαμήκου γραμμής του πλοίου προτιμάται καθόσον προσφέρει ικανοποιητικό ορατό πεδίο δεξιά και αριστερά. Εξ άλλου κατά την πλοήγηση σε περιορισμένα ύδατα, η γραμμή πλήρης πρέπει να αντιπροσωπεύει την διαμήκη γραμμή πλήρης-πρύμης χωρίς παράλλαξη λόγω τοποθέτησεως της κεραίας προς την μία πλευρά. Όταν υπάρχουν εμπόδια έμπροσθεν της κεραίας προτιμάται να δίδεται μεγαλύτερη έμφαση κατάπλωρα και αυτό εξασφαλίζεται με τοποθέτηση της κεραίας εκτός διαμήκου γραμμής (κυρίως στα ποταμόπλοια).

Είναι επιθυμητή η τοποθέτηση της κεραίας σε μια τέτοια θέση ώστε να αποφεύγονται οι μεγάλοι τομείς σκιάς κατάπλωρα ή και προς τις λοιπές κατευθύνσεις. Επίσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ότι μεταβολές στην διαγωγή του πλοίου δυνατόν να προκαλούν ανάλογες μεταβολές στους τομείς σκιάς. Σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις, είναι δυνατή η τοποθέτηση της κεραίας, ώστε να ικανοποιούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις και προς τούτο έχει επικρατήσει η τοποθέτηση σε υψηλά σημεία του κεντρικού ιστού. Πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη ότι οι διοπτύσεις εγγύς αντικειμένων από το ραντάρ δυνατόν να διαφέρουν από τις αντίστοιχες οπτικές διοπτύσεις όταν υπάρχει οριζόντια παράλλαξη μεταξύ διόπτρας και κεραίας ραντάρ.

Μεγαλύτερο ύψος κεραίας επιδρά ευνοϊκά στην αύξηση της αποστάσεως ορίζοντα, αν και ο ναυτιλόμενος στα εμπορικά πλοία ενδιαφέρεται περισσότερο για έρευνα σε μεσαίες και μικρές αποστάσεις. Μεγάλο ύψος κεραίας όμως επιδρά σε περισσότερες ανεπιθύμητες θαλάσσιες επιστροφές. Στα πορθμεία (ferryboats), ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στους τομείς σκιάς και συχνά τοποθετούνται ανά μία κεραία εκατέρωθεν της καπνοδόχου, με διακόπτη επιλογής στην γέφυρα. Εάν η κεραία τοποθετηθεί σε χαμηλό ύψος, δημιουργείται μεγάλος νεκρός τομέας προς τα πώρα και η ελάχιστη απόσταση εντοπισμού αυξάνει.

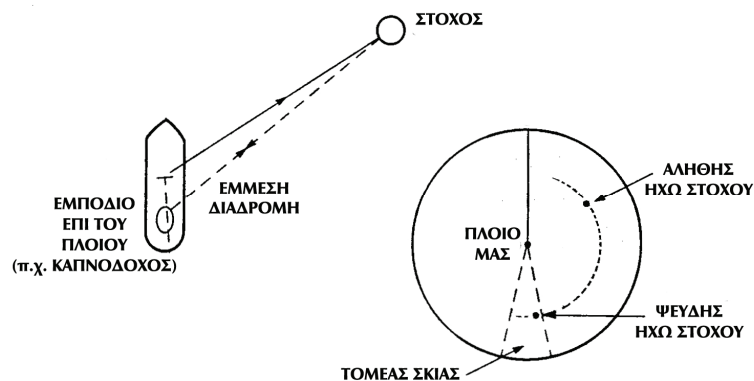
## 1.6 Ψευδοχώ και παραπλανητικές επιστροφές

Ψευδοχώ και παραπλανητικές επιστροφές δυνατόν να προκληθούν από διάφορες αιτίες. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι ψευδοχώ εμφανίζονται στην οθόνη σε θέσεις στις οποίες δεν υπάρχουν πραγματικοί στόχοι. Σε γενικές γραμμές, οι πραγματικοί στόχοι ευρίσκονται στην γύρω περιοχή, αλλά τούτο δεν αποτελεί πάντοτε τον κανόνα.

### 1.6.1 Έμμεσες ηχώ (indirect echoes) από εμπόδια επί πλοίου

Η ηχώ η οποία επιστρέφει ακολουθώντας έμμεση διαδρομή μέσω εμπόδιου, προκαλεί την εμφάνιση ψευδοηχώ προς την διεύθυνση του εμποδίου. Αυτή η περίπτωση είναι χαρακτηριστική όταν το εμπόδιο ευρίσκεται επί του πλοίου. Το σχήμα 1-41, παρουσιάζει μία περίπτωση κατά την οποία η ακτινοβολία προσπίπτει σε ένα εμπόδιο επί του πλοίου (καπνοδόχο) και ανακλάται προς ένα στόχο ευρισκόμενο στην δεξιά μάσκα. Η επιστρέφουσα ηχώ εμφανίζεται ως εάν να προέρχεται από την διεύθυνση του εμποδίου. Αποτέλεσμα αυτού είναι να εμφανίζεται ψευδοηχώ προς την διεύθυνση του σημείου ανακλάσεως στο εμπόδιο και στην ίδια απόσταση με τον πραγματικό στόχο. Τούτο προϋποθέτει ότι η απόσταση του εμποδίου από την κεραία είναι αμελητέα σε σχέση με την απόσταση του πραγματικού στόχου. Κατά την περιστροφή της κεραίας, όταν αυτή σκοπεύει απ' ευθείας τον στόχο, εμφανίζεται στην σωστή θέση και η πραγματική του ηχώ.

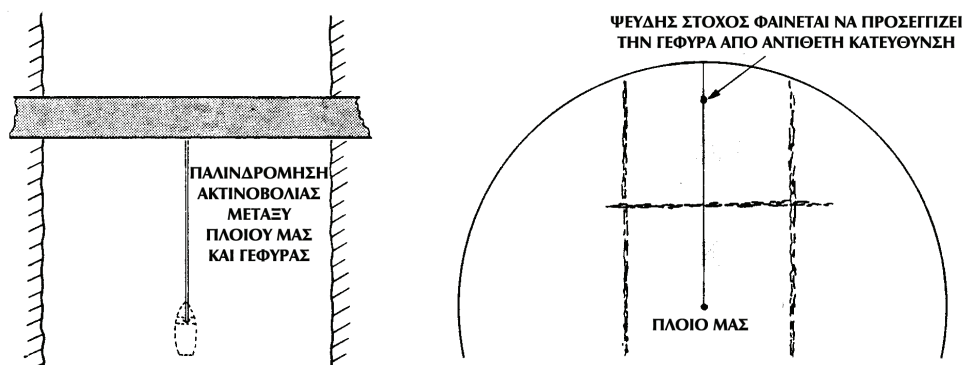
Οι έμμεσες ηχώ δίδουν αφορμή σε μεγάλη ανησυχία όταν εμφανίζονται σε πρωραίες διοπτεύσεις, ιδιαίτερα την νύκτα ή και με περιορισμένη ορατότητα. Την νύκτα δίδεται η εντύπωση ότι ο (ψευδής) στόχος δεν φέρει πλοϊκά φώτα. Σε περιορισμένη ορατότητα, εφόσον επιχειρηθεί χειρισμός αποφυγής συγκρούσεως, η φαινόμενη συμπεριφορά του (ψευδούς) στόχου είναι τελείως απρόβλεπτη.



Σχήμα 1-41: Έμμεσες ηχώ

### 1.6.2 Έμμεσες ηχώ (indirect echoes) από εξωτερικά εμπόδια

Αυτές προκαλούνται σε πυκνόκτιστες κατοικημένες περιοχές. Λόγω των συνθηκών κάτω από τις οποίες εμφανίζονται, δύσκολα αναγνωρίζονται και προκαλούν μεγάλη ανησυχία. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι όταν πλοίο πλέει σε δίαυλο και υπάρχει έμπροσθεν γέφυρα όπως στο σχήμα 1-42.

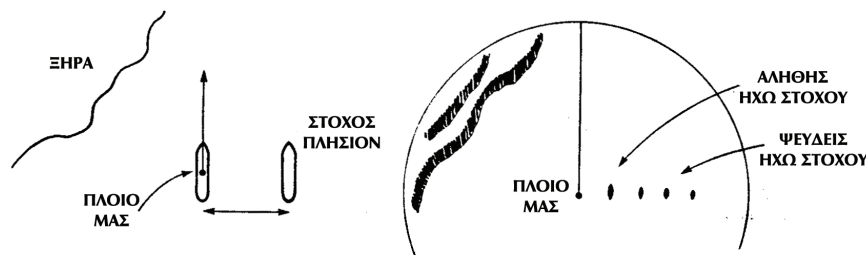


Σχήμα 1-42: Ψευδοηχώ από εξωτερικά εμπόδια

Ακτινοβολία η οποία προσκρούει στην γέφυρα, επιστρέφει και ανακλάται στο πλοίο και εκ νέου στην γέφυρα, προκαλεί την εμφάνιση ψευδοηχώ πέραν της γέφυρας στην ίδια απόσταση πλοίου-γέφυρας. Όσο το πλοίο προσεγγίζει την γέφυρα, το ίδιο και η ψευδοηχώ, από την αντίθετη κατεύθυνση. Στις πιο πολλές περιπτώσεις, η γέφυρα συνδέει τις δύο όχθες του διαύλου σε ορθή γωνία. Τούτο σημαίνει ότι εάν το πλοίο εκτελέσει χειρισμό, σε μία προσπάθεια να αποφύγει την σύγκρουση με τον ψευδή στόχο, ο ψευδής στόχος εμφανίζεται να εκτελεί χειρισμό, ο οποίος συμβάλει στην αναπόφευκτη σύγκρουση, καθόσον η θέση του κείται επί της καθέτου από το πλοίο προς την γέφυρα και σε απόσταση από την γέφυρα ίση με την απόσταση του πλοίου από την γέφυρα προς την αντίθετη κατεύθυνση. Πάντως όταν το πλοίο κρατήσει, ακινητοποιείται και ο ψευδής στόχος.

### 1.6.3 Πολλαπλές ηχώ (multiple echoes)

Οι πολλαπλές ηχώ εμφανίζονται συνήθως όταν κάποιος στόχος ευρίσκεται σε μικρή απόσταση. Η ακτινοβολία προσκρούει στον στόχο, επιστρέφει και ανακλάται στο πλοίο και εκ νέου στον στόχο κοκ. Επειδή σε κάθε ανάκλαση η κεραία δέχεται ακτινοβολία, στον ενδείκτη εμφανίζεται ο πραγματικός στόχος και στην ίδια διόπτειυση σε διπλάσια απόσταση μία ψευδοηχώ. Εάν επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες διαδόσεως, δυνατόν να παρουσιαστεί και δεύτερη ή και τρίτη ψευδοηχώ στην τριπλάσια, τετραπλάσια κοκ απόσταση, όπως στο σχήμα 1-43.



Σχήμα 1-43: Πολλαπλές ηχώ

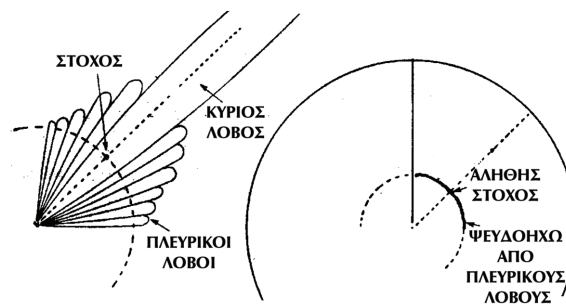
Αυτές οι ηχώ, αναγνωρίζονται ευκόλως διότι (α) κείνται επί της αυτής διοπτέυσεως, (β) ισαπέχουν μεταξύ τους και (γ) η κάθε ψευδοηχώ εμφανίζεται ασθενέστερη όταν η απόσταση αυξάνει, δηλαδή η πρώτη ψευδοηχώ είναι ασθενέστερη της ηχώ του πραγματικού στόχου, η δεύτερη ψευδοηχώ ασθενέστερη της πρώτης κοκ. Το φαινόμενο των πολλαπλών ηχώ ελαχιστοποιείται όταν επιλεγεί μικρή διάρκεια παλμού (χαμηλό ποσοστό εκπεμπόμενης ενέργειας). Πάντως αυτές οι ψευδοηχώ δεν προξενούν αμφιβολία καθόσον η ηχώ του πραγματικού στόχου είναι πάντα η πλησιέστερη και ισχυρότερη.

### 1.6.4 Ψευδοηχώ από πλευρικούς λοβούς (side echoes)

Οι ψευδοηχώ αυτές εμφανίζονται σε μικρές αποστάσεις εξ αιτίας διαφυγής της ακτινοβολίας από πλευρικούς λοβούς. Για στόχους σε μεγάλες αποστάσεις, η ακτινοβολία η οποία διαφεύγει από τους πλευρικούς λοβούς, δεν είναι αρκετά ισχυρή για να προκαλέσει την εμφάνιση ψευδοηχώ. Σε μικρές αποστάσεις όμως, καθώς η κεραία περιστρέφεται, όχι μόνο ο κύριος λοβός αλλά και οι πλευρικοί λοβοί φωτίζουν επαρκώς τον στόχο, ώστε το γωνιακό άνοιγμα της εμφανιζόμενης ηχώ στον ενδείκτη είναι αρκετές φορές μεγαλύτερο από το οριζόντιο εύρος δέσμης. Πολλές φορές είναι μεγαλύτερο από 90° όπως στο σχήμα 1-44.

Κάποιες ψευδοηχώ, δυνατόν διαχωρίζονται και τούτο σημαίνει ότι προς εκείνες τις διοπτέυσεις υπάρχουν ισχυρότεροι πλευρικοί λοβοί. Πάντως όλες οι ψευδοηχώ κείνται επί περιφέρειας κύκλου ακτίνας ίσης με την απόσταση του πραγματικού στόχου. Αυτές οι ηχώ δεν προξενούν ανησυχία δεδομένου ότι η ηχώ του πραγματικού στόχου ευκόλως διακρίνεται, επειδή είναι η ισχυρότερη. Καθίσταται δε ευκρινέστερη όταν με το ποτενσιόμετρο ελέγχου της ενισχύσεως (GAIN) ελαχιστοποιηθεί η απολαβή όσο απαιτείται για να απορριφθούν οι ασθενέστερες πλευρικές ψευδοηχώ.

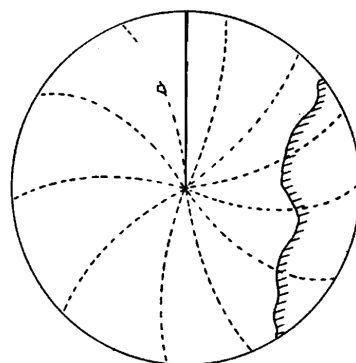




Σχήμα 1-44: Ψευδοηχώ από πλευρικούς λοβούς

### 1.6.5 Ψευδοηχώ από αλληλο-παρεμβολές (radar-to-radar interference)

Όταν παραπλήσια ραντάρ λειτουργούν συγχρόνως στην ίδια περιοχή συχνοτήτων, ενδέχεται το καθένα από αυτά λόγω αυξημένου εύρους διελεύσεως συχνοτήτων στον δέκτη, να δεχτεί ακτινοβολία με αποτέλεσμα να εμφανίζονται ψευδοηχώ στον ενδείκτη. Το χαρακτηριστικό αυτών των ψευδοηχώ είναι ότι σχηματίζουν σπειροειδείς διακεκομμένες γραμμές όπως στο σχήμα 1-45 μετατοπιζόμενες τυχαία από την μία περιστροφή της κεραίας στην επόμενη. Η παρουσία αυτών των ψευδοηχώ είναι οπωσδήποτε ενοχλητική διότι εάν είναι αρκετά έντονες δυνατόν να αποτρέψουν τον εντοπισμό στόχων. Ο χειριστής έχει την δυνατότητα απορρίψεώς τους και τούτο είναι τεχνικά δυνατό με μία ιδιαίτερη τεχνική καλούμενη correlation (=συσχέτιση) η οποία εξηγείται σε επόμενο εδάφιο.



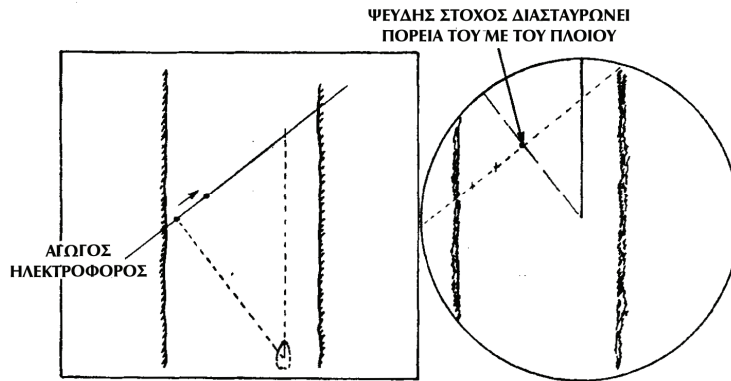
Σχήμα 1-45: Αλληλοπαρεμβολές ραντάρ στον ενδείκτη

### 1.6.6 Ψευδοηχώ από ηλεκτροφόρους αγωγούς

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ραντάρ επηρεάζεται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ενός ηλεκτροφόρου αγωγού κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εμφανίζεται μία ψευδοηχώ στον ενδείκτη σε μία διεύθυνση κάθετη από το πλοίο προς τον αγωγό και στην απόσταση του αγωγού, όπως στο σχήμα 1-46.

Επειδή ο ίδιος ο αγωγός δεν εντοπίζεται από το ραντάρ, δεν είναι εύκολη η διερμηνευση της προελεύσεως της ηχώ και ο συσχετισμός της με τον ηλεκτροφόρο αγωγό. Καθώς κατά την προχώρησή του πλοίου, η απόσταση από τον ηλεκτροφόρο αγωγό μειώνεται, ο ψευδής στόχος φαίνεται να κινείται επί συγκλίνουσας πορείας. Σε κάθε προσπάθεια χειρισμού αποφυγής συγκρούσεως με τον ψευδή στόχο, αυτός πάντοτε εμφανίζεται να εκτελεί χειρισμό για σύγκρουση αναπόφευκτη. Πάντως όταν το πλοίο κρατήσει, ακινητοποιείται και ο ψευδής στόχος.

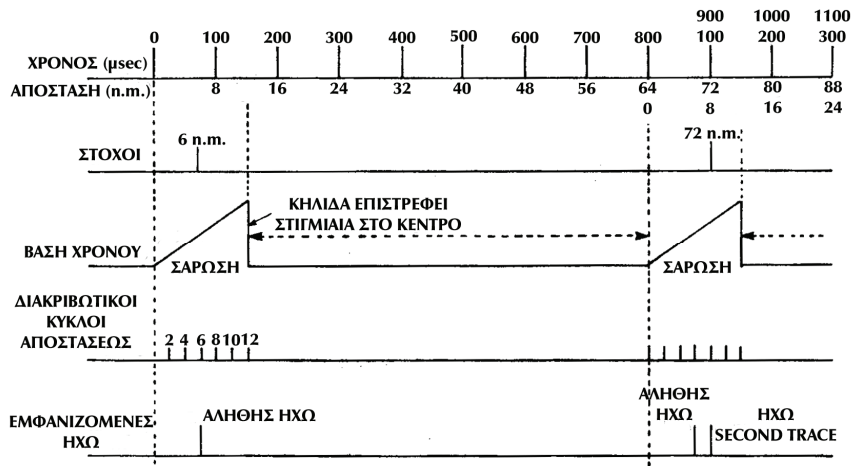
Για να αποφεύγεται η όποια παραπλάνηση του χειριστή από τέτοιες ψευδοηχώ, σε ορισμένες περιοχές οι ηλεκτροφόροι αγωγοί φέρουν ανακλαστήρες ραντάρ ώστε να είναι ορατοί στον ενδείκτη.



Σχήμα 1-46: Ψευδοηψώ από ηλεκτροφόρα καλώδια

**1.6.7 Ηχώ second-trace**

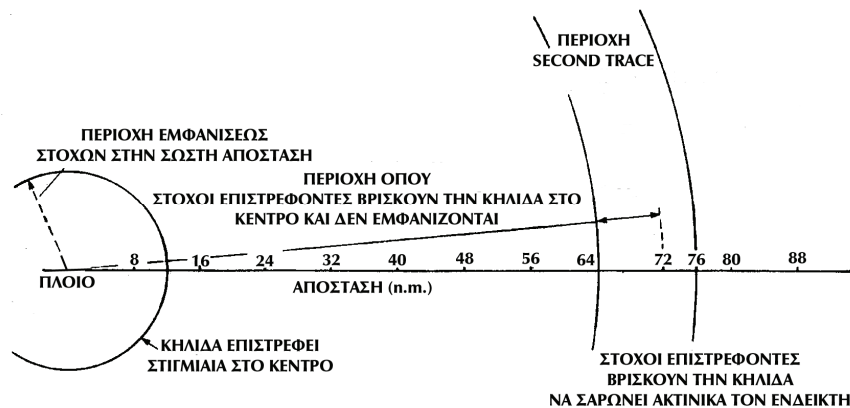
Κάτω από συνθήκες υπερδιαθλάσεως ή υπερβολικής υπερδιαθλάσεως, η ακτινοβολία του ραντάρ ακολουθούσα την επιφάνεια της γης διαδίδεται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις και τούτο δίνει αφορμή στην εμφάνιση ηχώ second trace. Ας υποθεθεί ότι ένα ραντάρ λειτουργεί με PRF = 1250 Hz (παλμοί / sec) και ότι υπάρχει ένας στόχος στα 6 nm και ένας στα 72 nm. Ο χρόνος επαναλήψεως των παλμών είναι  $T = 1/PRF = 800 \text{ msec}$ . Μία ηχώ η οποία επιστρέφει μετά από 800 msec προέρχεται από στόχο σε απόσταση 64 nm. Άρα ο στόχος στα 72 nm εμφανίζεται ως ψευδής στόχος (second trace) στην λανθασμένη απόσταση των  $72-64 = 8 \text{ nm}$ . Η επιλεγείσα κλίμακα είναι των 12 nm (βάση χρόνου 150 msec). Το σχήμα 1-47 παρουσιάζει παραστατικά την χρονική διαδοχή σε δύο συνεχόμενες σαρώσεις.



Σχήμα 1-47: Ηχώ second trace (χρονική διαδοχή)

Το σχήμα 1-48 παρουσιάζει την κυκλική περιοχή της επιλεγείσης κλίμακας των 12 nm καθώς και την περιοχή από 64 έως 76 nm εντός της οποίας, κάθε στόχος εμφανίζεται ως ψευδοηχώ second trace, εφόσον είναι αρκετά ευνοϊκές οι συνθήκες διαδόσεως. Ρυθμίζοντας την χρονική διάρκεια μεταξύ των παλμών μεγάλη, οι σχεδιαστές έχουν την δυνατότητα κατά κανόνα να εξασφαλίσουν ικανοποιητική ενέργεια στους εκπεμπόμενους παλμούς για αποτελεσματικό εντοπισμό εντός της επιλεγείσης κλίμακας (στην περίπτωση του παραδείγματος 12 nm) αλλά ανεπαρκή ενέργεια για επιστροφές από στόχους στην περιοχή second trace (στην περίπτωση του παραδείγματος από 64 μέχρι 72 nm). Κάθε ισχυρή ηχώ ευρισκόμενη πέραν της

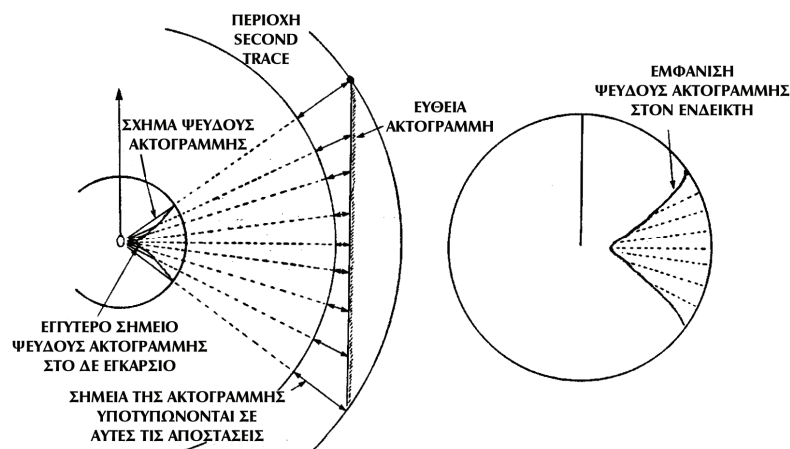
επιλεγείσης κλίμακας και πριν από την περιοχή second trace, αν και λαμβάνεται στον δέκτη, ευρίσκει την φωτεινή κηλίδα να αναπαύεται στο κέντρο του ενδείκτη και άρα δεν εμφανίζεται. Παρόλα αυτά, εάν οι συνθήκες διαδόσεως ευνοούν, είναι δυνατόν να υπάρξουν επιστροφές από την περιοχή second trace και αυτές έχουν την ευκαιρία εμφανίσεως τους κατά την επόμενη σάρωση της φωτεινής κηλίδας από το κέντρο προς την περιφέρεια. Οι ηχώ αυτές εμφανίζονται σε λανθασμένες αποστάσεις μαζί με τις ηχώ εντός της αποστάσεως της επιλεγείσης κλίμακας.



Σχήμα 1-48: Κάλυψη περιοχής επιλεγείσης κλίμακας και περιοχής second trace

Σε περιπτώσεις υπερβολικής υπερδιαθλάσεως, δυνατόν να εμφανιστούν όχι μόνο ηχώ δευτέρου ίχνους (second trace) αλλά και τρίτου ίχνους (third trace). Όπως αποδεικνύεται, η επιλογή του PRF προσδιορίζει επακριβώς τις περιοχές από τις οποίες είναι δυνατόν να αναμένονται ηχώ δευτέρου, τρίτου ή και τέταρτου ίχνους. Οι περιοχές αυτές έχουν έκταση τόση, όση η απόσταση της επιλεγείσας κλίμακας.

Ενδιαφέρουσα είναι η εμφάνιση ηχώ second trace από μάζες ξηράς. Ας υποθεθεί ότι υπάρχει μία ευθεία ακτογραμμή σε μεγάλη απόσταση η οποία εμφανίζεται ως ηχώ second trace. Η ακτογραμμή εμφανίζεται ως χερσόνησος με ακρωτήριο σε σχετικά μικρή απόσταση από το πλοίο όπως φαίνεται στο σχήμα 1-49. Εάν το πλοίο έχει προχώρηση παράλληλη προς την ακτογραμμή, το 'ακρωτήριο' εμφανίζεται πάντοτε στο εγκάρσιο. Για να είναι δυνατή η διερμηνευση μίας τέτοιας εικόνας ραντάρ, είναι απαραίτητη η κατανόηση της μορφολογίας της ακτογραμμής από τον ναυτιλιακό χάρτη, σε σχέση με την θέση του πλοίου και σε συσχέτισμό με το χρησιμοποιούμενο PRF και την επιλεγείσα κλίμακα.



Σχήμα 1-49: Παραμόρφωση ευθείας ακτογραμμής η οποία εμφανίζεται ως σύνολο ηχώ second trace

Παράδειγμα 1-7: Μία ηχώ εμφανίζεται στην απόσταση των 3 nm αλλά με οπτική παρατήρηση διαπιστώνεται ότι δεν υπάρχει στόχος σε αυτήν την απόσταση. Εάν το PRF είναι 1000 Hz σταθερό και η επιλεγείσα κλίμακα των 12 nm, ποια είναι η απόσταση του πραγματικού στόχου όταν οι συνθήκες ευνοούν εντοπισμό σε πολύ μεγάλες αποστάσεις?

Λύση:

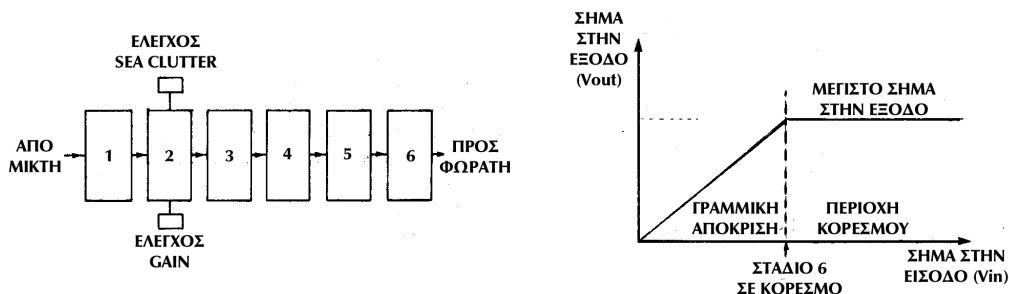
Ο χρόνος επαναλήψεως των παλμών είναι  $T=1/PRF = 1/1000 = 1000 \mu\text{sec}$ , Μία ηχώ η οποία επιστρέφει μετά από 1000  $\mu\text{sec}$  προέρχεται από στόχο στην απόσταση των  $R(\text{Km})= 3 * 10^8 * T(\mu\text{sec}) / 2 = 0,15 * 1000 = 150 \text{ Km}$  ή 81 nm. Η περιοχή εμφανίσεως των ηχώ δευτέρου ίχνους είναι από 81 μέχρι  $81+12=93$  nm. Η περιοχή ενδεχόμενης εμφανίσεως ηχώ τρίτου ίχνους είναι από  $2*81=162$  μέχρι  $162+12=174$  nm και η περιοχή ενδεχόμενης εμφανίσεως ηχώ τετάρτου ίχνους είναι από  $3*81=243$  μέχρι  $243+12=255$  nm. Επομένως η απόσταση του πραγματικού στόχου είναι  $81+3=84$  nm ή  $162+3=165$  nm ή  $243+3=246$  nm ΚΟΚ ....

## 1.7 Αντιμετώπιση παρασιτικών επιστροφών

### 1.7.1 Γραμμικός ενισχυτής (linear amplifier)

Τα παλαιότερα τεχνολογία ραντάρ διέθεταν γραμμικό ενισχυτή IF πολλαπλών σταδίων. Στα νεότερη τεχνολογία ραντάρ, ο γραμμικός ενισχυτής αντικαταστάθηκε με τον λεγόμενο λογαριθμικό ενισχυτή (logarithmic amplifier) η λειτουργία του οποίου εξηγείται στην συνέχεια.

Το σχήμα 1-50 παρουσιάζει ένα δομικό σχεδιάγραμμα γραμμικού ενισχυτή έξι σταδίων ενισχύσεως εν σειρά. Ο ενισχυτής ακολουθείται από τον φωρατή για την δημιουργία του σήματος video. Αυτός ο ενισχυτής καλείται γραμμικός διότι, εάν δεν συμβαίνει κορεσμός σε οποιοδήποτε στάδιο αυτού, υπάρχει μία απόλυτα γραμμική σχέση μεταξύ του σήματος στην είσοδο και του σήματος στην έξοδο, δηλαδή το συνολικό κέρδος του ενισχυτή είναι σταθερό. Έτσι, εάν το σήμα στην είσοδο είναι μικρότερο από μία κρίσιμη τιμή η οποία φέρνει σε κορεσμό το τελευταίο στάδιο του ενισχυτή, όλες οι ηχώ ενισχύονται στον ίδιο βαθμό.



Σχήμα 1-50: Γραμμικός ενισχυτής 6 σταδίων ενισχύσεως και χαρακτηριστική του απόκριση.

Το μειονέκτημα του γραμμικού ενισχυτή είναι ότι δεν δύναται να ενισχύσει σήματα το εύρος των οποίων διακυμαίνεται σε μεγάλη έκταση, διότι ένα μεγάλο ποσοστό από αυτά τα σήματα φέρνει σε κορεσμό μερικά από τα τελευταία στάδια ενισχύσεως ή και όλα τα στάδια και μάλιστα κάτω από συνηθισμένες καταστάσεις. Αυτό δίδει αφορμή στις ισχυρές θαλάσσιες επιστροφές ή και επιστροφές από καιρικά φαινόμενα, να αποκρύπτουν ακόμη και πολύ ισχυρούς στόχους.

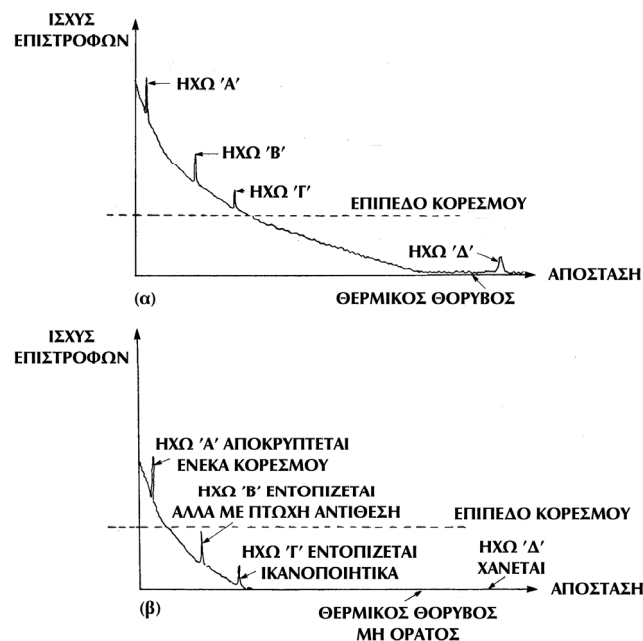
Ο δέκτης του ραντάρ πρέπει να δέχεται προς ενίσχυση σήματα των οποίων η ισχύς κυμαίνεται σε πολύ μεγάλη έκταση, για παράδειγμα από την ηχώ ενός υπερδεξαμενόπλοιου, μέχρι την ηχώ μιας λέμβου από fiber glass, χωρίς να φθάνει σε κορεσμό. Ο λόγος της ισχύος του ισχυρότερου προς το ασθενέστερο σήμα δυνατόν να είναι της τάξεως 10.000:1. Για να επιτευχθεί εντοπισμός των ασθενέστερων σημάτων πρέπει αυτά να ενισχυθούν περίπου 1.000.000 φορές. Ένα τόσο μεγάλο κέρδος ενισχύσεως σίγουρα φέρνει σε κορεσμό το τελευταίο στάδιο ή ακόμη και μερικά από τα προηγούμενα στάδια ενισχύσεως όταν το σήμα στην είσοδο προέρχεται από ισχυρότερες ηχώ.

Στους γραμμικούς ενισχυτές, συνήθως όλα τα στάδια ενισχύσεως εκτός από ένα ή δύο έχουν σταθερό κέρδος ενισχύσεως, ενώ δίδεται η δυνατότητα στον χειριστή να μεταβάλλει το συνολικό κέρδος ενισχύσεως με το ειδικό προς τούτο διατιθέμενο ποτενσιόμετρο GAIN και να ελέγχει τις θαλάσσιες επιστροφές με το ποτενσιόμετρο ANTI CLUTTER SEA ή 'STC' (από τα αρχικά των λέξεων sensitivity time constant) για το οποίο γίνεται λόγος στην συνέχεια. Αυτά τα ποτενσιόμετρα δυνατόν να επενεργούν στο ίδιο ή σε ξεχωριστά στάδια ενισχύσεως (στο σχήμα τα κομβία αυτά επιδρούν στο 2<sup>ο</sup> στάδιο ενισχύσεως).

### 1.7.2 Αντιμετώπιση θαλασσίων επιστροφών (sea clutter) – κύκλωμα STC

Είναι δυνατόν, με χρησιμοποίηση ραντάρ χαμηλής συχνότητας (S-band) ή και μικρής διάρκειας παλμού να ελαχιστοποιηθούν οι θαλάσσιες επιστροφές. Πλην της περιπτώσεως ασθενών θαλασσίων επιστροφών, στην οποία τα παραπάνω έχουν κάποιο αποτέλεσμα, στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται η ενεργοποίηση ειδικής διατάξεως για τον εντοπισμό στόχων σε μικρές αποστάσεις μέσα σε ισχυρό παρασιτικό περιβάλλον από θαλάσσιες επιστροφές, αλλά και για την προστασία του ενισχυτή από κορεσμό.

Για τις θαλάσσιες επιστροφές, οι οποίες εκδηλώνουν την παρουσία τους σε μικρές αποστάσεις από το πλοίο, όπως φαίνεται στο σχήμα 1-51, μείωση του GAIN, έχει αποτέλεσμα την απόκρυψη στόχων ευρισκομένων σε μεγαλύτερες αποστάσεις, ενώ δεν επιτυγχάνεται ικανή απόρριψη των θαλασσίων επιστροφών στις μικρές αποστάσεις. Τούτο συμβαίνει διότι το ποτενσιόμετρο GAIN επενεργεί στην συνολική απολαβή του ενισχυτή, ανεξαρτήτως της απόστασεως, ενώ στην συγκεκριμένη περίπτωση απαιτείται συνεχής προσαρμογή του GAIN, σε συνάρτηση με την απόσταση. Η ειδική διάταξη η οποία πραγματοποιεί αυτήν την απαίτηση φέρει την ονομασία STC (sensitivity time constant).



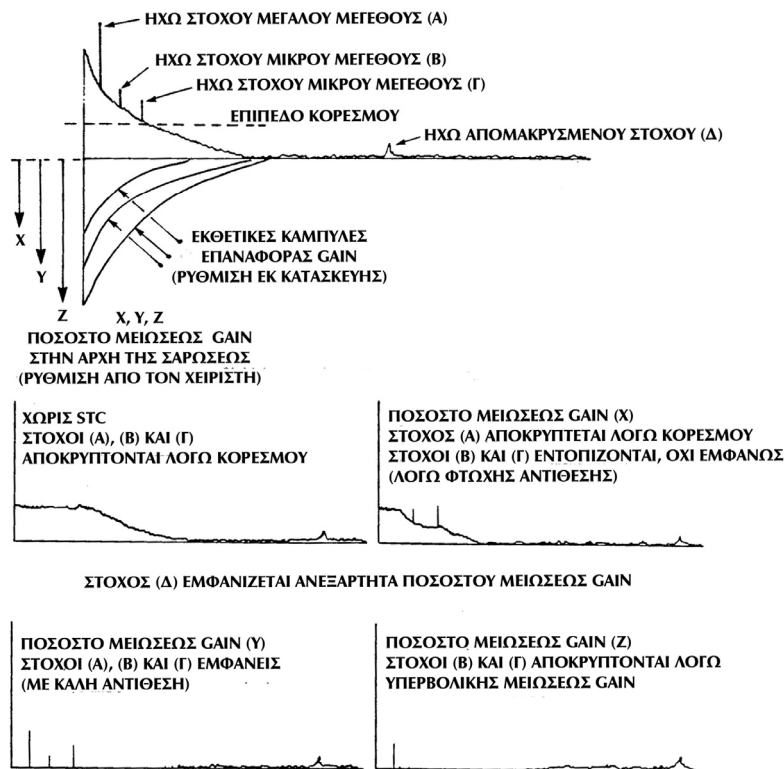
Σχήμα 1-51: Αντιμετώπιση θαλασσίων επιστροφών με ομοιόμορφη μείωση του GAIN: (α) Κανονική ρύθμιση GAIN, (β) Μείωση του GAIN

Το κύκλωμα STC στηρίζει την λειτουργία του στην εξάρτηση του βαθμού ενισχύσεως από την απόσταση. Το GAIN μειώνεται σε μεγάλο βαθμό στην αρχή κάθε σαρώσεως και αποκαθίσταται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου, δηλαδή όσο αυξάνει η απόσταση. Για ιδεατή ρύθμιση και αποτελεσματική απόρριψη των θαλασσίων επιστροφών, πρέπει η καμπύλη με την οποία ρυθμίζεται η αποκατάσταση του GAIN, να ταιριάζει με την καμπύλη της μεταβολής της μέσης ισχύος των θαλασσίων επιστροφών συναρτήσει της αποστάσεως. Συνήθως η υλοποίηση προβλέπει εκθετική επαναφορά του GAIN συναρτήσει του χρόνου.

Το σχήμα 1-52, παρουσιάζει τρεις διαφορετικές ρυθμίσεις STC (X, Y, Z) και το αποτέλεσμα της κάθε μίας εξ αυτών καθώς και το αποτέλεσμα χωρίς STC. Ο χειριστής επιλέγει με το ποτενσιόμετρο STC το ποσοστό μείωσης του GAIN στην αρχή της σαρώσεως, αναλόγως της ισχύος των θαλασσίων επιστροφών και το σύστημα αποκαθιστά το GAIN σταδιακά με την αύξηση της αποστάσεως κατά την διαδρομή της σαρώσεως. Το συνδυασμένο αποτέλεσμα προσδιορίζει την απόσταση γύρω από το πλοίο στην οποία η μείωση του GAIN επενεργεί.

Στο σχήμα φαίνεται ότι με δεδομένη την καμπύλη αποκρίσεως των θαλασσίων επιστροφών, από τις τρεις καμπύλες με τις οποίες ρυθμίζεται η αρχική μείωση του GAIN και η αποκατάστασή του στην συνέχεια, μόνο η μία είναι ιδανική (η Y), ενώ από τις άλλες δύο η μία (η X) αντιστοιχεί σε ανεπαρκή αρχική μείωση του GAIN, ενώ η άλλη (η Z) αντιστοιχεί σε υπερβολική αρχική μείωση του GAIN.

Το ποτενσιόμετρο ελέγχου φέρει την ονομασία 'ANTI CLUTTER SEA ή STC' ή πιο σπάνια 'SWEPT GAIN'. Η ονομασία sensitivity time constant υποδηλώνει την μεταβολή του GAIN συναρτήσει του χρόνου ή άλλως συναρτήσει της αποστάσεως. Για την σχετική ρύθμιση γίνεται λόγος στο επόμενο κεφάλαιο.



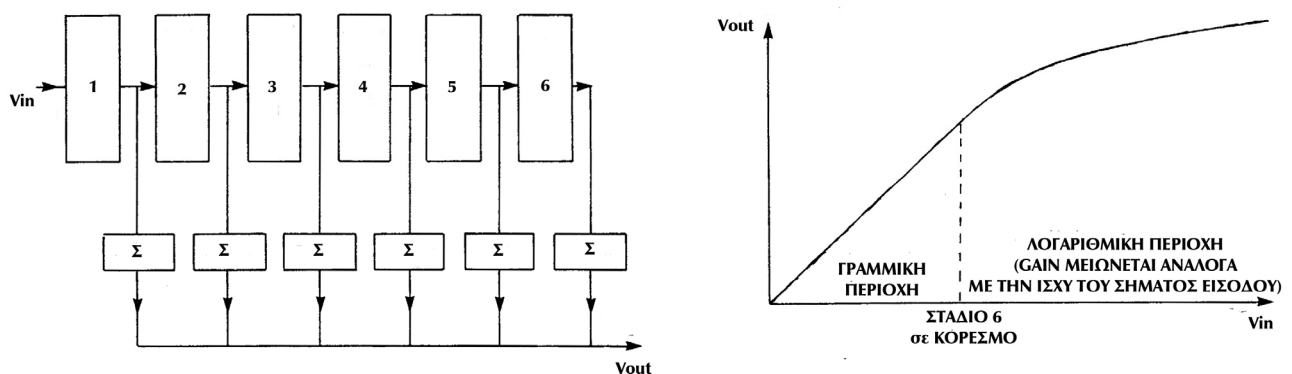
Σχήμα 1-52: Αποτέλεσμα επενέργειας STC με διαφορετικό ποσοστό μείωσης κέρδους

### 1.7.3 Λογαριθμικός ενισχυτής (log amplifier)

Ο λογαριθμικός ενισχυτής επιδιώκει την αποφυγή του κορεσμού του δέκτη σε μεγάλες τιμές του σήματος στην είσοδο. Ελαχιστοποιεί την επίδραση των ανεπιθύμητων επιστροφών, τόσο θαλασσίων, όσο και από καιρικά φαινόμενα. Από τις αρχές της δεκαετίας του 70 έχει καθιερωθεί και έχει εκτοπίσει παντελώς τους γραμμικούς ενισχυτές. Ο ενισχυτής καλείται λογαριθμικός επειδή όταν το σήμα στην είσοδο λαμβάνει μεγάλες τιμές, η τιμή του σήματος στην έξοδο είναι περίπου ανάλογη του λογάριθμου της τιμής του σήματος στην είσοδο. Το σχήμα 1-53, παρουσιάζει ένα λογαριθμικό ενισχυτή ξ(6) σταδίων ενισχύσεως.

Η θεμελιώδης διαφορά του λογαριθμικού ενισχυτή από τον γραμμικό είναι, αντί η έξοδος να λαμβάνεται αποκλειστικά από το τελευταίο στάδιο, έξοδοι λαμβάνονται από το κάθε ένα στάδιο ξεχωριστά. Επί πλέον το

GAIN κάθε σταδίου ενισχύσεως καθώς και το επίπεδο κορεσμού σε κάθε στάδιο ενισχύσεως, πρέπει να είναι τα ίδια. Όταν το σήμα στην είσοδο είναι αρκετά ασθενές, κανένα από τα στάδια ενισχύσεως δεν υφίσταται κορεσμό. Για ισχυρότερα σήματα στην είσοδο, το τελευταίο στάδιο αρχικά φθάνει σε κορεσμό και στην συνέχεια, για ακόμη ισχυρότερα σήματα στην είσοδο, ακολουθούν το προτελευταίο ή και τα υπόλοιπα στάδια. Όταν κάποιο ή κάποια στάδια φτάσουν στον κορεσμό, η έξοδος τους παραμένει στην τάση κορεσμού, ανεξάρτητα από την περαιτέρω αύξηση του σήματος στην είσοδο.



Σχήμα 1-53: Λογαριθμικός ενισχυτής έξι (6) σταδίων ενισχύσεως και χαρακτηριστική του απόκριση.

Για να γίνει κατανοητή η λειτουργία του λογαριθμικού ενισχυτή του σχήματος 1-53, ας υποθεθεί ότι έκαστο στάδιο παρέχει κέρδος ενισχύσεως 10 db (ή 10) και φθάνει σε κορεσμό όταν η έξοδος του φθάσει το 1 volt. Έτσι, σήμα στην είσοδο 0,000001 volt, ενισχυμένο στα ενδιάμεσα στάδια, φέρνει σε κορεσμό το τελευταίο στάδιο (6<sup>ο</sup>) και η έξοδος του ενισχυτή είναι 1,11111 volt (σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα). Σήμα στην είσοδο 0,00001 volt (10 φορές ισχυρότερο), φέρνει σε κορεσμό το 5<sup>ο</sup> και 6<sup>ο</sup> στάδιο και η έξοδος του ενισχυτή είναι 2,1111 volt. Παρομοίως, σήμα στην είσοδο 0,0001 volt, φέρνει σε κορεσμό το 4<sup>ο</sup>, 5<sup>ο</sup> και 6<sup>ο</sup> στάδιο και η έξοδος του ενισχυτή είναι 3,111 volt. Τέλος σε κορεσμό όλα τα στάδια φθάνουν με σήμα στην είσοδο 0,1 volt και η έξοδος είναι 6 volt.

Είσοδος (volts)	έξοδος 1 <sup>ου</sup> σταδίου (volts)	έξοδος 2 <sup>ου</sup> σταδίου (volts)	έξοδος 3 <sup>ου</sup> σταδίου (volts)	έξοδος 4 <sup>ου</sup> σταδίου (volts)	έξοδος 5 <sup>ου</sup> σταδίου (volts)	έξοδος 6 <sup>ου</sup> σταδίου (volts)	συνολική έξοδος (volts)
0,000001	0,00001	0,0001	0,001	0,01	0,1	1,0	1,11111
0,00001	0,0001	0,001	0,01	0,1	1,0	1,0	2,1111
0,0001	0,001	0,01	0,1	1,0	1,0	1,0	3,111
0,001	0,01	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	4,11
0,01	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	5,1
0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	6,0

Με την λογαριθμική ενίσχυση, ο κορεσμός δεν επέρχεται παρά μόνο όταν το σήμα στην είσοδο είναι αρκετά ισχυρό για να φέρει σε κορεσμό το 1<sup>ο</sup> στάδιο. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα, η τάση κορεσμού στην έξοδο του ενισχυτή είναι 6 volt. Όταν το σήμα στην είσοδο δεκαπλασιάζεται, το σήμα στην έξοδο αυξάνεται περίπου κατά 1 volt, το οποίο αντιστοιχεί περίπου στο 20% της τάσεως κορεσμού. Εάν ο ενισχυτής ήταν γραμμικός, σήμα στην είσοδο 0,000001 volt θα επαρκούσε για να έφερνε σε κορεσμό τον ενισχυτή και για περαιτέρω αύξηση του σήματος στην είσοδο, η έξοδος θα παρείχε συνεχώς την τάση κορεσμού 1 volt.

Επομένως συγκρίνοντας τον γραμμικό και τον λογαριθμικό ενισχυτή, είναι φανερό ότι ενώ ο γραμμικός ενισχυτής έρχεται σε κορεσμό με ασθενή σχετικά σήματα στην είσοδο, τα οποία ενισχυμένα στα ενδιάμεσα στάδια φέρνουν σε κορεσμό τουλάχιστον το τελευταίο στάδιο, ο λογαριθμικός ενισχυτής δύναται να δεχτεί σήματα στην είσοδο με πολύ μεγαλύτερη διακύμανση χωρίς να φθάνει σε κορεσμό.

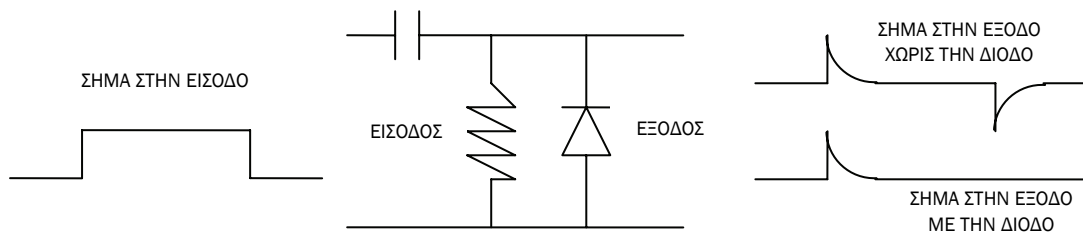
Όταν τα σήματα στην είσοδο είναι ασθενή και το τελευταίο στάδιο δεν έρχεται σε κορεσμό, ο λογαριθμικός ενισχυτής λειτουργεί ως γραμμικός με συνολικό GAIN ενός γραμμικού ενισχυτή ο οποίος συντίθεται από τα ίδια στάδια. Με σήματα στην είσοδο μεγαλύτερα από εκείνα τα οποία φέρνουν σε κορεσμό το τελευταίο στάδιο, αλλά μικρότερα από εκείνα τα οποία φέρνουν σε κορεσμό το 1<sup>ο</sup> στάδιο, η χαρακτηριστική απόκριση του ενισχυτή είναι περίπου λογαριθμική. Το αποτέλεσμα είναι ότι σε περιβάλλον ισχυρών παρασιτικών επιστροφών, ο ενισχυτής αντιστέκεται περισσότερο αποτελεσματικά και ελαχιστοποιεί το πρόβλημα της αποκρύψεως των στόχων.

Στα παλαιότερα τεχνολογία συστήματα ραντάρ με γραμμικό ενισχυτή, ήταν απαραίτητο, ο έλεγχος των θαλασσίων επιστροφών με STC να πραγματοποιείται στα πρώτα στάδια του ενισχυτή IF για την αποφυγή του κορεσμού του. Στα νεότερα τεχνολογία συστήματα, η χρήση του λογαριθμικού ενισχυτή εξασφαλίζει ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων, κορεσμός εξ αιτίας θαλασσίων επιστροφών δεν συμβαίνει στον ενισχυτή IF και συνεπώς δεν είναι απαραίτητη η επενέργεια του STC σε αυτό το στάδιο. Για τον λόγο αυτό, στα συστήματα ραντάρ τα οποία διαθέτουν λογαριθμική ενίσχυση, ο έλεγχος του GAIN και του STC υλοποιείται στα μετέπειτα στάδια της ενισχύσεως του σήματος video, επειδή εκεί ενδέχεται να συμβεί κορεσμός.

Συμπερασματικά, ο λογαριθμικός ενισχυτής ελαχιστοποιεί την απόκρυψη των στόχων μέσα σε περιβάλλον ανεπιθύμητων επιστροφών, διότι δύναται να δεχτεί σήματα στην είσοδο με μεγάλη διακύμανση χωρίς να φτάνει σε κορεσμό.

#### 1.7.4 Αντιμέτωπιση επιστροφών από καιρικά φαινόμενα (rain clutter) – κύκλωμα FTC

Το κύκλωμα απορρίψεως επιστροφών από καιρικά φαινόμενα (βροχή, ομίχλη, χιόνι, χαλάζι κοκ) επιδρά κατά τελείως διαφορετικό τρόπο από ότι το κύκλωμα απορρίψεως θαλασσίων επιστροφών. Καλείται κύκλωμα διαφορίσεως (differentiator) ή κύκλωμα ταχείας σταθεράς χρόνου (fast time constant (FTC)). Το κύκλωμα αυτό βοηθά να εντοπίζονται στόχοι σε περιβάλλον επιστροφών μεγάλης διάρκειας. Μία απλούστατη μορφή κυκλώματος διαφορίσεως αποτελείται από ένα πυκνωτή και μία αντίσταση όπως στο σχήμα 1-54.



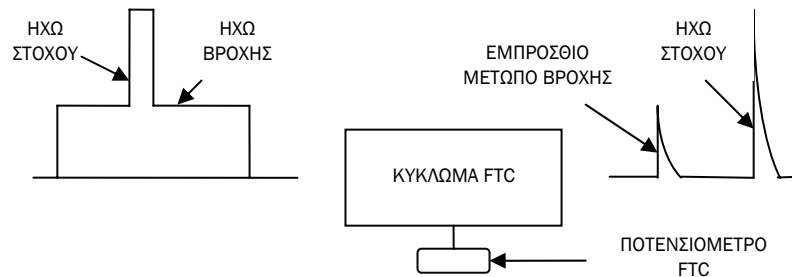
Σχήμα 1-54: Κύκλωμα διαφορίσεως

Εάν εφαρμοστεί μία απότομη τάση στην είσοδο, ο πυκνωτής αρχίζει να φορτίζεται σταδιακά, οπότε ολόκληρη η τάση αρχικά εμφανίζεται στα άκρα της αντιστάσεως και στην συνέχεια μειώνεται εκθετικά καθώς ο πυκνωτής φορτίζεται. Η τάση μηδενίζεται στα άκρα της αντιστάσεως όταν ο πυκνωτής φορτιστεί πλήρως. Όταν στο τέλος του ορθογωνίου παλμού η τάση μειωθεί αιφνιδίως, η τάση στην έξοδο του κυκλώματος διαφορίσεως δεν λαμβάνει αρνητικές τιμές λόγω της παρουσίας της διόδου, η οποία εκείνη την στιγμή βραχυκυκλώνει την αντίσταση επειδή γίνεται αγωγίμη. Μία ηχώ η οποία προκύπτει από ορθογώνιο παλμό μεγάλης διάρκειας, όταν διέλθει από το κύκλωμα διαφορίσεως ελαχιστοποιείται σε διάρκεια η οποία ρυθμίζεται από την σταθερά χρόνου του κυκλώματος (στο απλουστευμένο κύκλωμα, η διάρκεια της ηχώ είναι τόση, όση και η διάρκεια φορτίσεως του πυκνωτή).

Στην πράξη, όπως δείχνει το σχήμα 1-55, το κύκλωμα διαφορίσεως επιτρέπει να διέλθουν οι εμπρόσθιες πλευρές των ηχώ και να απορριφθούν οι οπίσθιες. Έτσι από την περιοχή εκδηλώσεως των καιρικών φαινομένων, εμφανίζεται μόνο το εμπρόσθιο μέτωπο και κάθε στόχος εντός της περιοχής αυτής με ισχυρότερη ηχώ, εμφανίζεται πίσω από το μέτωπο. Στα περισσότερα συστήματα ραντάρ είναι δυνατόν να



εφαρμόζεται μεταβλητή τιμή χρονικής διαφορίσεως και τούτο επιτρέπει μία διαδικασία αλληπάλληλων δοκιμών για την ανεύρεση στόχων εντός της περιοχής καιρικών φαινομένων.

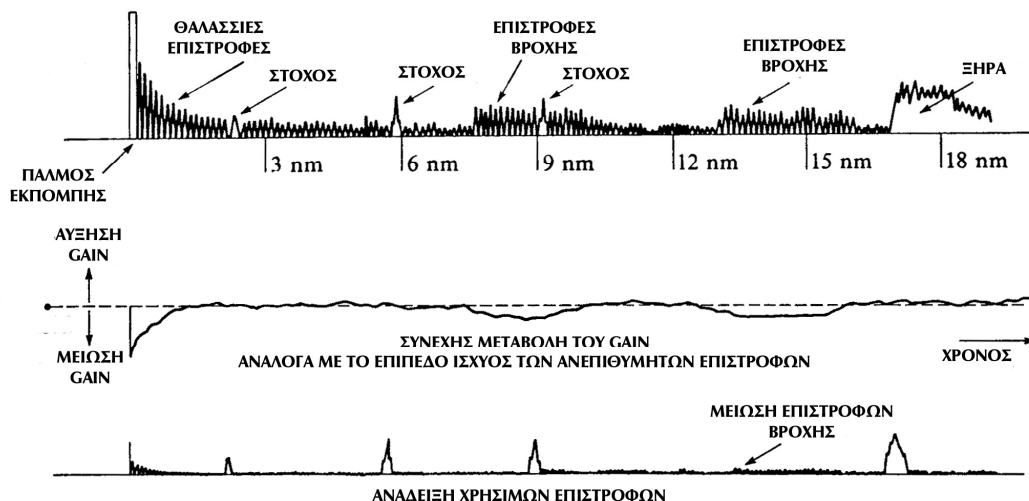


Σχήμα 1-55: Αποτέλεσμα επενέργειας FTC

Να σημειωθεί ότι το αποτέλεσμα της διαφορίσεως βοηθά επί πλέον και στον διαχωρισμό στόχων όταν ευρίσκονται πλησίον αλλήλων και συμβάλει στην διακρίβωση κατά απόσταση. Το ποτενσιόμετρο ελέγχου φέρει την ονομασία 'ANTI CLUTTER RAIN ή FTC'. Για την σχετική ρύθμιση γίνεται λόγος στο επόμενο κεφάλαιο.

### 1.7.5 Αυτόματη απόρριψη παρασιτικών επιστροφών (προσαρμοζόμενο κέρδος (adaptive gain))

Στα νεότερης τεχνολογίας ραντάρ τα οποία διαθέτουν λογαριθμικό ενισχυτή, είναι διαθέσιμη η δυνατότητα αυτομάτου ρυθμίσεως του GAIN για την απόρριψη παρασιτικών επιστροφών. Οι διάφοροι κατασκευαστές ονομάζουν αυτήν την δυνατότητα ποικιλοτρόπως, αλλά είναι περισσότερο γνωστή αυτή η τεχνική ως τεχνική προσαρμοζόμενου κέρδους (adaptive gain). Ο δέκτης του ραντάρ προσαρμόζει συνεχώς και αυτομάτως το GAIN στην σωστή τιμή του. Προς τούτο παράγεται αρχικά ένα σήμα το οποίο χρησιμοποιείται στην συνέχεια για τον αυτόματο έλεγχο του GAIN και αυτό πρέπει να ταιριάζει με την καμπύλη της μεταβολής της μέσης ισχύος των ανεπιθύμητων επιστροφών όπως δείχνει το σχήμα 1-56.



Σχήμα 1-56: Αυτόματη απόρριψη θαλασσίων επιστροφών (adaptive gain)

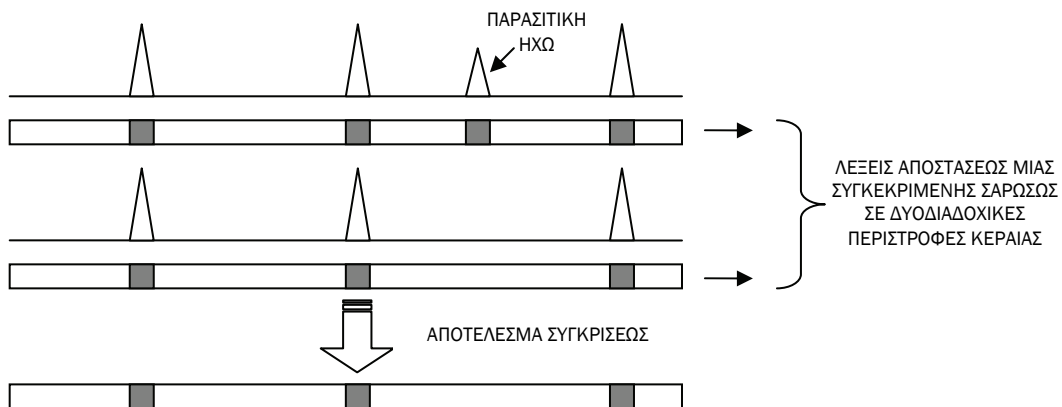
Χρησιμοποιείται ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα το οποίο καλείται ολοκληρωτής (integrator) και εκτελεί την αντίστροφη λειτουργία από τον διαφοριστή. Το κύκλωμα του ολοκληρωτή ρυθμίζεται να παρακολουθεί πιστά

την στιγμιαία μέση τιμή του λαμβανομένου σήματος σε κάθε σάρωση, χωρίς να αποκρίνεται κατά το δυνατόν στις εξάρσεις από πραγματικούς στόχους. Η έξοδος από τον ολοκληρωτή αναστρέφεται και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του GAIN. Μια τεχνική δυσκολία, είναι η αδυναμία του ολοκληρωτή να ακολουθήσει την μεταβολή από ελάχιστες παρασιτικές επιστροφές στο τέλος της σαρώσεως, σε μέγιστες στην αρχή της επόμενης σαρώσεως λόγω θαλασσίων επιστροφών. Στο σημείο αυτό, ο ολοκληρωτής προτοποθετείται στην τιμή του επιπέδου των παρασιτικών επιστροφών της προηγούμενης σαρώσεως.

Όταν ο χειριστής επιλέξει χειροκίνητο έλεγχο παρασιτικών επιστροφών, τότε ο αυτόματος έλεγχος κέρδους (adaptive gain) είναι ανενεργός. Όταν ο χειριστής επιλέξει αυτόματο έλεγχο κέρδους, τότε οι έλεγχοι κέρδους με τα ποτενσιόμετρα ANTI CLUTTER SEA και ANTI CLUTTER RAIN είναι ανενεργοί και το GAIN μεταβάλλεται στιγμιαία και αυτόματα όπως υπαγορεύει η καμπύλη αποκρίσεως του ολοκληρωτή. Το ποτενσιόμετρο του GAIN ωστόσο, παραμένει ενεργό και έτσι ο χειριστής δύναται να τοποθετήσει μία σταθερή τιμή στο GAIN, η οποία διακυμαίνεται μέσω του ανωτέρω αυτομάτου κύκλωματος προσαρμογής αυτού.

### 1.7.6 Απόρριψη τυχαίων παρασιτικών επιστροφών

Οι τυχαίοι παρασιτικοί θόρυβοι αλλά και οι αμοιβαίες παρεμβολές από παραπλήσια ραντάρ, καταχωρούνται στις λέξεις αποστάσεως (range words) όπως και οι λοιπές πραγματικές ηχώ. Το χαρακτηριστικό των ηχώ αυτών, είναι ότι εμφανίζονται τυχαία και όχι επίμονα στην ίδια θέση από την μία περιστροφή της κεραίας στην επόμενη. Καθώς η κεραία διέρχεται από ένα πραγματικό στόχο, αυτός καταχωρείται και δηλώνει την παρουσία του στο ίδιο ψηφίο (ή ψηφία) σε έναν αριθμό διαδοχικών περιστροφών κεραίας. Μία απλή σύγκριση της αποθηκευμένης εικόνας σε μία συγκεκριμένη περιστροφή της κεραίας με την εικόνα η οποία αποθηκεύεται κατά την επόμενη περιστροφή, απομονώνει κάθε εμφανιζόμενη τυχαία ηχώ, καθόσον η πιθανότητα μία τυχαία ηχώ να ευρεθεί στην ίδια θέση από την μία περιστροφή κεραίας στην επόμενη είναι μηδενική. Το σήμα video το οποίο προκύπτει καλείται συσχετισμένο (correlated) video (σχήμα 1-57). Το κύκλωμα απορρίψεως αμοιβαίων παρεμβολών, καλείται INTERFERENCE REJECTION.

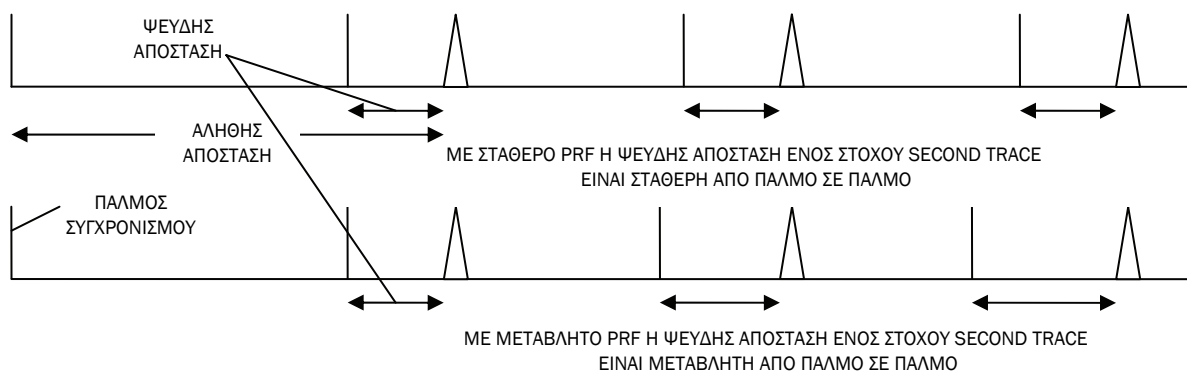


Σχήμα 1-57: Απόρριψη αμοιβαίων παρεμβολών

Όταν το κύκλωμα αυτό είναι ενεργοποιημένο, δυνατόν να αποκρίπτει τις ηχώ από ορισμένους ραδιοσημαντήρες (radar beacons (RACONS)) των οποίων το σήμα δεν εμφανίζεται σε κάθε περιστροφή της κεραίας, οπότε εκλαμβάνεται ως παρασιτική ηχώ. Προς τούτο όταν αναμένεται η εμφάνιση ηχώ ραδιοσημαντήρων, το κύκλωμα αυτό πρέπει να είναι απενεργοποιημένο.

### 1.7.7 Αντιμετώπιση ηχώ second trace

Μία αποτελεσματική μέθοδος απορρίψεως των ηχώ second trace, είναι η χρησιμοποίηση μεταβλητού PRF ώστε να μεταβάλλεται συνεχώς ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί μεταξύ των παλμών όπως δείχνει το σχήμα 1-58. Αυτή η τεχνική της μεταβολής του PRF καλείται 'jitter'. Η μεταβολή του PRF δεν έχει καμία επίδραση στις ηχώ οι οποίες επιστρέφουν μετά από χρόνο μικρότερο ή ίσο του χρόνου επαναλήψεως των παλμών. Οι ηχώ second trace όμως, από σάρωση σε σάρωση, εμφανίζονται σε διαφορετική κάθε φορά απόσταση και με τόσο ταχύ ρυθμό, ώστε ο χειριστής παρατηρεί να διαγράφεται ένα ελάχιστο εντονότερο ίχνος κατά την έννοια της ακτίνας του PPI.



Σχήμα 1-58: Μεταβλητό PRF για την αντιμετώπιση παρασιτικών επιστροφών second trace.

Μία εναλλακτική μέθοδος αποφυγής των ηχώ second trace, είναι η αύξηση του χρόνου ο οποίος μεσολαβεί μεταξύ των παλμών (μείωση του PRF). Αυτό προκαλεί την μετατόπιση της περιοχής second trace σε μεγαλύτερη απόσταση και επομένως οι στόχοι στην περιοχή αυτή έχουν μικρότερες πιθανότητες εντοπισμού.

## 1.8 Αποστάσεις ασφαλείας – Κίνδυνοι και προφυλάξεις από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία – Προδιαγραφές IMO

### 1.8.1 Αποστάσεις ασφαλείας

Πολλοί οργανισμοί απαιτούν οι συσκευές ραντάρ να ελέγχονται για πιθανές μαγνητικές επιδράσεις, ώστε να καθίσταται γνωστή η ασφαλής απόσταση (safe distance) στην οποία πρέπει να εγκαθίστανται μακράν των μαγνητικών πυξίδων. Η ασφαλής απόσταση πρέπει να εμφανίζεται σε πινακίδα στην συσκευή. Επίσης μερικά μικροκυματικά εξαρτήματα και συγκεκριμένα οι μικροκυματικές λυχνίες (magnetron), παρουσιάζουν ισχυρότατες μαγνητικές επιδράσεις. Η ασφαλής απόσταση πρέπει να αναγράφεται σε αυτά και εάν όχι, δεν πρέπει να προσεγγίζουν σε αποστάσεις μικρότερες από τουλάχιστον 7 m τις μαγνητικές πυξίδες.

### 1.8.2 Κίνδυνοι και προφυλάξεις από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Οι κατασκευαστές ραντάρ υποχρεώνονται από τους κανονισμούς να εκτελούν μετρήσεις της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, από τις οποίες είναι δυνατός ο προσδιορισμός της ασφαλούς αποστάσεως επί τη βάση της ανεκτής ποσότητας ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, μη επικίνδυνης για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Σύμφωνα με την νατοϊκή οδηγία MIL-STD-1385-B, το προσωπικό δεν πρέπει να εκτίθεται έστω και στιγμιαία, σε χώρους στους οποίους η πυκνότητα του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου είναι μεγαλύτερη από '10 mW/cm<sup>2</sup>'. Με βάση το παραπάνω κριτήριο του αποδεκτού για τον άνθρωπο ορίου επικινδυνότητας, ορίζονται οι παρακάτω τρεις ζώνες:

- Ζώνη 'Α': καλύπτει περιοχές στις οποίες η πυκνότητα ηλεκτρομαγνητικού πεδίου είναι μεγαλύτερη από  $10 \text{ mW/cm}^2$  και χαρακτηρίζεται ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ. Απαγορεύεται η έκθεση έστω και στιγμιαία.
- Ζώνη 'Β': καλύπτει περιοχές στις οποίες η πυκνότητα ηλεκτρομαγνητικού πεδίου είναι μεγαλύτερη από  $1 \text{ mW/cm}^2$  και μικρότερη από  $10 \text{ mW/cm}^2$ . Χαρακτηρίζεται ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ και επιτρέπεται η έκθεση για μία (1) τουλάχιστον ώρα ανά ημέρα κατά μέγιστο.
- Ζώνη 'Γ': καλύπτει περιοχές στις οποίες η πυκνότητα ηλεκτρομαγνητικού πεδίου είναι μικρότερη από  $1 \text{ mW/cm}^2$  και χαρακτηρίζεται ΜΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ.

Η μη επικίνδυνη απόσταση πρέπει να αναφέρεται στα εγχειρίδια της συσκευής και να αναγράφεται εμφανώς στην κεραία. Στις στοιχειοκεραίες των ναυτιλιακών ραντάρ, η ασφαλής απόσταση αναγράφεται στο εξωτερικό περίβλημα των κεραίων. Εάν είναι αναγκαίο προσωπικό να πλησιάσει μία μη περιστρεφόμενη κεραία, πρέπει να εξασφαλιστεί ότι η συσκευή δεν εκπέμπει και ότι δεν θα τεθεί σε λειτουργία. Προς τούτο ενδείκνυται η αφαίρεση των ασφαλειών του πομποδέκτη και του μηχανισμού περιστροφής της κεραίας και η τοποθέτηση προειδοποιητικής πινακίδας στον ενδείκτη.

Είναι εξαιρετικά επικίνδυνη η προσέγγιση σε σημεία αποσυνδέσεως ή διαρρήξεως του κυματοδηγού. Η διαρροή της ακτινοβολίας δυνατόν να είναι σημαντική. Σε αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να καλείται εξειδικευμένο προσωπικό για την επισκευή.

Πιστεύεται ότι δεν υπάρχει κίνδυνος για το προσωπικό του πλοίου με την προϋπόθεση ότι η κεραία περιστρέφεται. Ο χώρος έξω από τον κύκλο περιστροφής της κεραίας είναι κατά κανόνα ασφαλής. Εν τούτοις, βλαβερές συνέπειες, δύνανται να προκληθούν πλησίον μίας μη περιστρεφόμενης κεραίας, η οποία εκπέμπει. Η απόσταση εξαρτάται από την εκπεμπόμενη ισχύ. Στα ναυτιλιακά ραντάρ τα οποία εγκαθίστανται σε εμπορικά πλοία η απόσταση ασφαλείας κυμαίνεται μεταξύ 0,3 και 0,6 m.

### 1.8.3 Προδιαγραφές IMO

Ο IMO έχει εκδώσει απόφαση - RESOLUTION A.477 (XII) - PERFORMANCE STANDARDS FOR RADAR EQUIPMENT - από 19 Νοεμβρίου 1981, στην οποία αναφέρονται λεπτομερώς οι απαιτούμενες προδιαγραφές των ναυτιλιακών συσκευών ραντάρ. Οι ναυτιλιακές συσκευές ραντάρ οι οποίες συμμορφώνονται με τις παραπάνω προδιαγραφές, θεωρούνται πιστοποιημένες και πληρούν τις προϋποθέσεις της συμβάσεως SOLAS (Safety of Life at Sea) (Regulation 12, Chapter V).

Στις προδιαγραφές αναφέρονται οι τιμές ορισμένων χαρακτηριστικών παραμέτρων οι οποίες προσδιορίζουν τις επιδόσεις του ραντάρ. Αναφέρονται μεταξύ άλλων οι κλίμακες οι οποίες πρέπει να διατίθενται, η ελάχιστη απόσταση εντοπισμού, η διακρίβωση κατά απόσταση και διόπτρευση, η ελάχιστη ταχύτητα περιστροφής κεραίας, οι απαιτήσεις προσανατολισμού εικόνας, μέσα για τις μετρήσεις αποστάσεων και διοπτρεύσεων, ακρίβειες μετρήσεων και άλλα. Οι ανωτέρω προδιαγραφές έχουν εφαρμογή σε συσκευές οι οποίες εγκαθίστανται σε εμπορικά πλοία μετά την 1<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου 1984. Οι συσκευές οι οποίες είναι εγκατεστημένες πριν από αυτή την ημερομηνία, δυνατόν να συμμορφώνονται και με λιγότερο αυστηρές προδιαγραφές οι οποίες αναφέρονται στην απόφαση - RESOLUTION A.222 (VII).

### 2.1 Εισαγωγή

Κάθε συσκευή ραντάρ είναι εφοδιασμένη με κομβία ελέγχου, τα οποία ενεργοποιούν επί μέρους λειτουργίες ή κυκλώματα επεξεργασίας ή ρυθμίζουν παραμέτρους προς βέλτιστη απόδοση. Η απόδοση κάθε συσκευής ραντάρ, περιορίζεται από τις θαλάσσιες επιστροφές, τα καιρικά φαινόμενα και τις συνθήκες διαδόσεως στην ατμόσφαιρα. Για βέλτιστη απόδοση, είναι απαραίτητες αρχικές ρυθμίσεις, αλλά και μετέπειτα ρυθμίσεις, για την προσαρμογή της συσκευής στις ιδιαίτερες απαιτήσεις της αντιμετωπιζόμενης ναυτιλιακής καταστάσεως. Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται λόγος για τις απαραίτητες ρυθμίσεις οι οποίες εξασφαλίζουν την μέγιστη αποτελεσματικότητα στην λειτουργία της συσκευής και τούτο σημαίνει ότι επιτυγχάνεται, αφενός η μέγιστη δυνατή πιθανότητα εντοπισμού στόχων και αφετέρου η ενδεδειγμένη παρουσίαση της εικόνας ραντάρ, η οποία εξυπηρετεί την παρούσα αντιμετωπιζόμενη ναυτιλιακή κατάσταση. Ορισμένες ρυθμίσεις επηρεάζουν την ακρίβεια των μετρήσεων και γίνεται λόγος επίσης για αυτές στο παρόν κεφάλαιο.

### 2.2 Κομβία ελέγχου και λοιπές ευκολίες

Οι προδιαγραφές του IMO αναφέρουν ότι η συσκευή πρέπει να ενεργοποιείται και να ελέγχεται από την θέση του ενδείκτη. Τα κομβία ελέγχου πρέπει να ευρίσκονται σε άμεση πρόσβαση και να είναι εύκολα στην αναγνώριση και χρήση τους. Για την εύκολη αναγνώριση τους, ο IMO έχει θεσπίσει ειδικά σύμβολα, όπως στο σχήμα 2-1, τα οποία πρέπει να σημειώνονται στην εμπρόσθια όψη του ενδείκτη, όπου αυτό είναι εφαρμόσιμο.

Στις παλαιότερες τεχνολογίας συσκευές, τα κομβία ελέγχου και οι ρυθμιστές φέρονται επί της εμπρόσθιας όψεως, όχι απαραίτητα με τον καθιερωμένο συμβολισμό, καθόσον δεν έχει επιτευχθεί καθολική συμμόρφωση προς τούτο στις συσκευές των διαφόρων κατασκευαστών. Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές, υπάρχει η τάση πολλά από τα κομβία ελέγχου να εμφανίζονται με λογισμικό (soft keys) σε γραφική απεικόνιση στην οθόνη, παραπλεύρως της κυκλικής περιοχής εμφανίσεως του συνθετικού video και να ενεργοποιούνται με rolling ball ή joystick. Επίσης διάφορες επιλογές για επί μέρους λειτουργίες, είναι οργανωμένες σε menu και εμφανίζονται στην οθόνη επίσης σε γραφική απεικόνιση. Μερικοί κατασκευαστές προσφέρουν κομβία επί της οθόνης, τα οποία ενεργοποιούνται δια της αφής (touch screen).

#### 2.2.1 Βασικοί διακόπτες και ρυθμιστές

Δεν υπάρχει ομοιομορφία σε όλες τις συσκευές, αλλά σε γενικές γραμμές διατίθενται οι κατωτέρω διακόπτες και ρυθμιστές:

- Διακόπτης ON / OFF: Τροφοδοτεί με ηλεκτρική ισχύ την συσκευή.
- Διακόπτης SCANNER ON / OFF: Ενεργοποιεί την περιστροφή της κεραίας.
- Διακόπτης STAND-BY / TRANSMIT: Επιτρέπει στον χειριστή να φέρει την συσκευή σε επιχειρησιακή λειτουργία από την κατάσταση STAND-BY και αντιστρόφως.
- Διακόπτης RANGE SCALE: Επιλέγει την κλίμακα έρευνας σε nm. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του IMO, πρέπει να διατίθενται κατ' ελάχιστο κλίμακες 1,5 – 3 – 6 – 12 και 24 nm καθώς και μία κλίμακα μεταξύ 0,5 και 0,8 nm ή εναλλακτικά, κλίμακες 1 – 2 – 3 – 8 – 16 και 32 nm. Επί πλέον κλίμακες δύνανται να διατίθενται. Ένδειξη της επιλεγείσας κλίμακας πρέπει να είναι εμφανής.
- Διακόπτης PULSE SHORT / LONG: Μεταβάλλει την διάρκεια του παλμού από μικρή σε μεγάλη και αντιστρόφως.

- Διακόπτης HM OFF (heading marker off): Σύμφωνα με τις προδιαγραφές IMO, η γραμμή πλήρης πρέπει να εμφανίζεται μονίμως. Εάν ωστόσο ο χειριστής επιθυμεί να την αποσύρει, δύναται να το πράξει μόνο στιγμιαία και για όσο χρονικό διάστημα τηρεί ενεργοποιημένο αυτόν τον διακόπτη. Δίδεται έτσι η δυνατότητα διερευνήσεως υπάρξεως πολύ μικρών στόχων προς την κατεύθυνση της γραμμής πλήρης.

1 RADAR OFF 	2 RADAR ON 	3 RADAR STAND-BY 	4 AERIAL ROTATING 
5 NORTH-UP 	6 HEAD-UP 	7 HM ALIGNMENT 	8 RANGE SELECTOR 
9 SHORT PULSE 	10 LONG PULSE 	11 TUNING 	12 GAIN 
13 ANTICLUTTER RAIN MIN 	14 ANTICLUTTER RAIN MAX 	15 ANTICLUTTER SEA MIN 	16 ANTICLUTTER SEA MAX 
17 SCALE ILLUMINATION 	18 DISPLAY BRILLIANCE 	19 RANGE RINGS BRILLIANCE 	20 VARIABLE RANGE MARKER 
21 BEARING MARKER 	22 TX POWER MONITOR 	23 TX/RX MONITOR 	

Σχήμα 2-1: Συμβολισμοί για τα κομβία ελέγχου ναυτιλιακών συσκευών ραντάρ

- Διακόπτης OFF CENTERING σε συνδυασμό με δύο ποτενσιόμετρα τα οποία ελέγχουν την αποκέντρωση της αρχής της σαρώσεως κατά την έννοια βορράς-νότος και απηλιώτης-ζέφυρος. Με αυτή την δυνατότητα της αποκεντρώσεως, ο χειριστής εξασφαλίζει, σε μικρή κλίμακα έρευνας, να έχει σχετικά μεγάλο πεδίο επιτηρήσεως προς τα πλώρα. Η αποκέντρωση δεν συνιστάται όταν το πλοίο έχει μικρή ταχύτητα, διότι στόχοι οι οποίοι προσπερνούν από πρυμναίους τομείς με μεγαλύτερες ταχύτητες δεν γίνονται αντιληπτοί εγκαίρως.
- Διακόπτης PICTURE ROTATE ή TURN-PICTURE: Επιτρέπει την περιστροφή εικόνας και τούτο εξυπηρετεί την ευθυγράμμιση της γραμμής πλήρης για την οποία γίνεται λόγος την συνέχεια.
- Ποτενσιόμετρο BRILLIANCE: Ρυθμίζει την λαμπρότητα της εικόνας ραντάρ.
- Ποτενσιόμετρο FOCUS: Ρυθμίζει την εστίαση της εικόνας ραντάρ.
- Ποτενσιόμετρο TUNING: Ρυθμίζει τον συντονισμό του δέκτη στην ενδιάμεση συχνότητα (IF) για μέγιστη απολαβή σήματος video.
- Ποτενσιόμετρο GAIN: Ρυθμίζει το ποσοστό ενισχύσεως στον ενισχυτή IF.

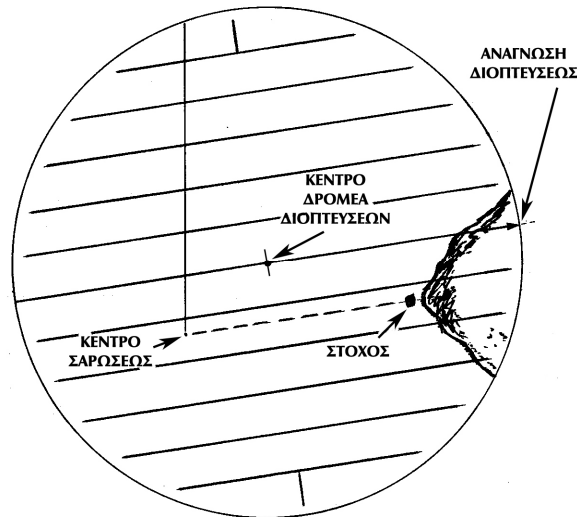
- Ποτενσιόμετρο ANTI CLUTTER SEA ή STC ή SWEPT GAIN: Απορρίπτει τις θαλάσσιες επιστροφές. Η λειτουργία του συνυφασμένου κυκλώματος, εξηγήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.
- Ποτενσιόμετρο ANTI CLUTTER RAIN ή FTC: Απορρίπτει τις επιστροφές από καιρικά φαινόμενα (βροχή, ομίχλη κοκ) (rain clutter) και συμβάλει στην διακρίβωση κατά απόσταση. Η λειτουργία του συνυφασμένου κυκλώματος, εξηγήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.
- Διακόπτης AUTO CLUTTER: Απορρίπτει αυτομάτως τις θαλάσσιες επιστροφές και τις επιστροφές από τα καιρικά φαινόμενα. Η λειτουργία του συνυφασμένου κυκλώματος αυτομάτου απορρίψεως παρασιτικών επιστροφών αυτού του τύπου, εξηγήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (adaptive gain).
- Διακόπτης INTERFERENCE REJECTION ή VIDEO CORRELATION: Απορρίπτει τυχαία εμφανιζόμενες παρασιτικές ηχώ όπως επιστροφές προκαλούμενες από την λειτουργία παραπλήσιων συσκευών ραντάρ στην ίδια περιοχή συχνοτήτων. Η λειτουργία του συνυφασμένου κυκλώματος, εξηγήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

### 2.2.2 Ευκολίες για την μέτρηση διοπτύσεων και αποστάσεων

Διατίθεται μία πληθώρα ευκολιών για την μέτρηση διοπτύσεων και αποστάσεων στον ενδείκτη. Στις παλαιότερες τεχνολογίας συσκευές, διατίθενται περιστρεφόμενοι μηχανισμοί και κομβία, ενώ στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές, διατίθενται ηλεκτρονικοί μεταβλητοί σημειωτές διοπτύσεως και αποστάσεως ή και rolling ball / joystick. Δεν υπάρχει ομοιομορφία σε όλες τις συσκευές για αυτές τις ευκολίες, αλλά σε γενικές γραμμές διατίθενται τα ακόλουθα:

- Κύκλοι διακριβώσεως (RANGE RINGS): Είναι απαίτηση των προδιαγραφών IMO. Οι κύκλοι διακριβώσεως είναι ομόκεντροι και διαιρούν την βάση χρόνου ή άλλως την κλίμακα αποστάσεων σε απόλυτα ίσα τμήματα. Η απόσταση μεταξύ των κύκλων διακριβώσεως πρέπει να εμφανίζεται στον ενδείκτη. Υπάρχει δυνατότητα αποκρύψεως ή εμφανίσεως των κύκλων (ON / OFF) καθώς και ρύθμιση της λαμπρότητάς τους (RANGE RING BRILLIANCE). Οι κύκλοι διακριβώσεως εξυπηρετούν την μέτρηση αποστάσεων στόχων ευρισκομένων επί των κύκλων με πολύ μεγάλη ακρίβεια και την εκτίμηση της αποστάσεως στόχων ενδιάμεσα με απλή παρατήρηση. Επίσης χρησιμεύουν για επιβεβαίωση ότι οι λοιποί διατιθέμενοι μηχανισμοί μετρήσεως αποστάσεως, μετρούν με ακρίβεια τις αποστάσεις.
- Μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως (VARIABLE RANGE MARKER (VRM)): Οι προδιαγραφές IMO αναφέρουν ότι για την μέτρηση των αποστάσεων πρέπει να διατίθεται ηλεκτρονικός σημειωτής αποστάσεως και η μετρούμενη απόσταση να εμφανίζεται στον ενδείκτη. Ο σημειωτής έχει συνήθως την μορφή κύκλου με κέντρο, το κέντρο της σαρώσεως ή άλλο κέντρο (VRM OFF CENTER) το οποίο ορίζει ο χειριστής, για μετρήσεις αποστάσεως από άλλο σημείο εκτός του κέντρου της σαρώσεως. Υπάρχει δυνατότητα αποκρύψεως ή εμφανίσεως του σημειωτή (VRM ON / OFF) και ρύθμιση της λαμπρότητάς του (VRM BRILLIANCE). Στις παλαιότερες τεχνολογίας συσκευές, η απόσταση του σημειωτή μεταβάλλεται με ειδικό περιστρεφόμενο κομβίο, το οποίο οδηγεί συγχρόνως μηχανικό μετρητή τριών ή τεσσάρων ψηφίων στην εμπρόσθια όψη της συσκευής για την ανάγνωση της τιμής της μετρούμενης αποστάσεως. Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές, δυνατόν ο σημειωτής να ελέγχεται με joystick ή rolling ball και η απόσταση να εμφανίζεται αυτόματα με ψηφιακή ένδειξη επί της οθόνης.
- Δρομέας διοπτύσεων (PERSPEX CURSOR): Οι προδιαγραφές IMO αναφέρουν ότι πρέπει να διατίθενται τα μέσα για την μέτρηση διοπτύσεων. Στους παλαιότερες τεχνολογίας ενδείκτες, ο δρομέας διοπτύσεων προσφέρει έναν απλό μηχανικό τρόπο για την κάλυψη αυτής της απαιτήσεως. Πρόκειται για ένα διαφανή δίσκο, στρεπτό περί το κέντρο της οθόνης, ο οποίος φέρει μία χαραγμένη διάμετρο. Ο δίσκος συνήθως στρέφεται δια της χειρός ή και με ειδικό περιστρεφόμενο κομβίο. Δια περιστροφής του δίσκου, η χαραγμένη διάμετρος φέρεται επί του στόχου και αναγιγνώσκεται η διόπτευση σε βαθμολογημένη κλίμακα 0°-360° η οποία περιβάλλει την περιφέρεια του ενδείκτη. Για την βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων γίνεται λόγος στην συνέχεια. Εκατέρωθεν της χαραγμένης διαμέτρου, δυνατόν να υπάρχουν ισαπέχουσες χορδές παράλληλες προς την διάμετρο. Συνήθως οι χορδές, ή τουλάχιστον μερικές από αυτές, είναι εφαπτόμενες στους κύκλους διακριβώσεως, όταν το κέντρο της σαρώσεως συμπίπτει με το κέντρο του ενδείκτη. Με τις

ισαπέχουσες χορδές παρέχεται η δυνατότητα να εκτιμηθούν προσεγγιστικά αποστάσεις μεταξύ στόχων, να εκτιμηθεί η απόσταση παραλλάξεως από καταφανές στο ραντάρ σημείο της ακτής, να ευρεθεί η περίπου διεύθυνση την οποία σχηματίζει η μορφολογία μίας ακτογραμμής, αλλά και να μετρηθούν διοπτύσεις όταν η εικόνα ραντάρ είναι αποκεντρωμένη (OFF CENTERING) όπως δείχνει το σχήμα 2-2. Προς αποφυγή σφαλμάτων στις μετρήσεις διοπτύσεων, λόγω παραλλάξεως, στην άνω και κάτω όψη του διαφανούς δίσκου, ευρίσκεται χαραγμένη στο κέντρο του δρομέα διοπτύσεων, μικρή γραμμή κάθετος προς την διάμετρο. Ο οφθαλμός του παρατηρητή πρέπει να λάβει τέτοια θέση, ώστε η γραμμή αυτή να μη εμφανίζεται διπλή.

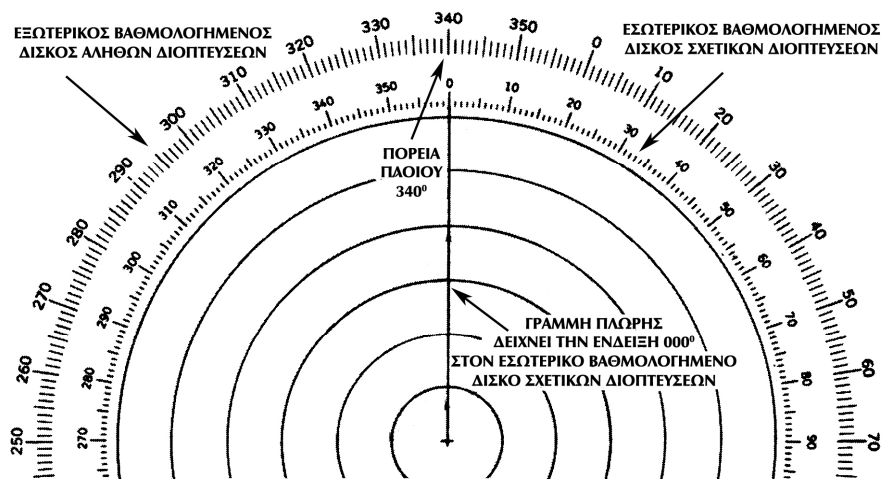


Σχήμα 2-2: Ανάγνωση διοπτύσεως στόχου με μηχανικό δρομέα όταν το κέντρο της σαρώσεως δεν συμπίπτει με το κέντρο του ενδείκτη και του δρομέα.

- Βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων (BEARING SCALE ή BEARING DIAL): Περιβάλλει την περιφέρεια του ενδείκτη και εξυπηρετεί την ανάγνωση των μετρούμενων διοπτύσεων. Στις παλαιότερες τεχνολογίας συσκευές, η βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων είναι χαραγμένη σε φωτεινό μηχανικό δακτύλιο πέριξ της οθόνης με την ένδειξη  $000^{\circ}$  στην κορυφή. Η λαμπρότητα του δακτυλίου ελέγχεται με ποτενσιόμετρο το οποίο συνήθως φέρει την επιγραφή EDGE DIMMER. Με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα, η ένδειξη  $000^{\circ}$ , στην κορυφή του ενδείκτη, αντιπροσωπεύει τον αληθή βορρά και η γραμμή πλήρης δείχνει την αληθή πορεία του πλοίου, οι δε μετρούμενες διοπτύσεις είναι αληθείς. Χωρίς σταθεροποίηση με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα, οι μετρούμενες διοπτύσεις είναι σχετικές αναφορικά με την γραμμή της πλήρης, η οποία δείχνει την ένδειξη  $000^{\circ}$  στην κορυφή του ενδείκτη. Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές, η βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων εμφανίζεται με γραφική απεικόνιση. Σε κανονική λειτουργία, μετρούνται αληθείς διοπτύσεις, αλλά υπάρχει η δυνατότητα μετρήσεων σχετικών διοπτύσεων δια ενεργοποίησης του διακόπτη RELATIVE BEARINGS, ο οποίος ευθυγραμμίζει την βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων, ώστε η γραμμή πλήρης να δείχνει την ένδειξη  $000^{\circ}$ . Σε ορισμένες συσκευές διατίθενται δύο βαθμολογημένες κλίμακες. Στην εσωτερική, αναγιγνώσκονται σχετικές διοπτύσεις και η γραμμή πλήρης δείχνει την ένδειξη  $000^{\circ}$ . Στην εξωτερική, αναγιγνώσκονται αληθείς διοπτύσεις, ως εις σχήμα 2-3, καθόσον αυτή ευθυγραμμίζεται με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα. Υπάρχει η δυνατότητα να εμφανίζεται μία εκ των δύο ή και καμία εκ των δύο κατ' επιλογή του χειριστή.
- Μεταβλητός σημειωτής διοπτύσεως (ELECTRONIC BEARING LINE (EBL)): Αναφέρεται συνήθως και ως electronic bearing indicator (EBI) ή electronic bearing marker (EBM). Έχει την μορφή συνεχούς ή διακεκομμένης συνθετικής (ηλεκτρονικής) γραμμής. Επειδή έχει αρχή το κέντρο της σαρώσεως, οι διοπτύσεις μετρούνται με ευκολία, ανεξαρτήτως αποκεντρώσεως της σαρώσεως. Υπάρχει

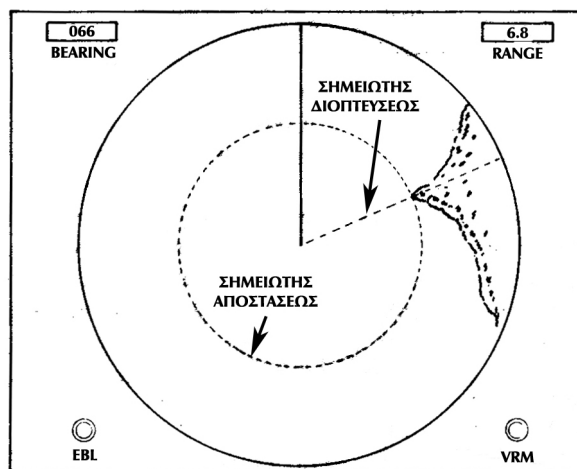


δυνατότητα αποκρύψεως ή εμφανίσεως του σημειωτή (EBL ON / OFF) και ρύθμιση της λαμπρότητάς του (EBL BRILLIANCE). Στις παλαιότερες τεχνολογίας συσκευές, η διόπτευση του σημειωτή μεταβάλλεται με ειδικό περιστρεφόμενο κομβίο, το οποίο συγχρόνως οδηγεί μηχανικό μετρητή τριών ή τεσσάρων ψηφίων στην εμπρόσθια όψη της συσκευής, για την ανάγνωση της τιμής της μετρούμενης διοπτύσεως. Στις νεότερες τεχνολογίας συσκευές, δυνατόν ο σημειωτής να ελέγχεται με joystick ή rolling ball και η διόπτευση, αληθής ή και σχετική, να εμφανίζεται αυτόματα με ψηφιακή ένδειξη επί της οθόνης ραντάρ. Επίσης είναι δυνατή η αποκέντρωση του σημειωτή, ώστε να μετρούνται διοπτύσεις από άλλο σημείο εκτός του κέντρου της σαρώσεως, το οποίο ορίζει ο χειριστής.



Σχήμα 2-3: Βαθμολογημένες κλίμακες διοπτύσεων

- Μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως και διοπτύσεως (electronic range and bearing line (ERBL)): Η μέτρηση της διοπτύσεως δύναται να συνδυαστεί με την μέτρηση αποστάσεως και τότε γίνεται λόγος για μεταβλητό σημειωτή αποστάσεως και διοπτύσεως, ως εις σχήμα 2-4, ο οποίος δύναται επίσης να αποκεντρωθεί. Σημειωτές ERBL δυνατόν να υπάρχουν ένας ή και δύο, προσφέροντας την ευελιξία ο ένας να μετρά διοπτύσεις και αποστάσεις από το κέντρο της σαρώσεως και ο έτερος με αποκέντρωση, από άλλο σημείο εκτός κέντρου.



Σχήμα 2-4: Μεταβλητός σημειωτής αποστάσεως και διοπτύσεως

- Joystick / rolling ball: Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές, δυνατόν να διατίθεται επιπροσθέτως λοιπών ευκολιών και ένα joystick ή rolling ball. Η κίνηση του joystick ή rolling ball, προκαλεί την μετακίνηση στην οθόνη ενός συνθετικού συμβόλου (screen marker), η διόπτευση και απόσταση του οποίου εμφανίζεται με ψηφιακή ένδειξη στην οθόνη. Υπό ορισμένες προϋποθέσεις εμφανίζεται το γεωγραφικό μήκος και πλάτος του συνθετικού συμβόλου.

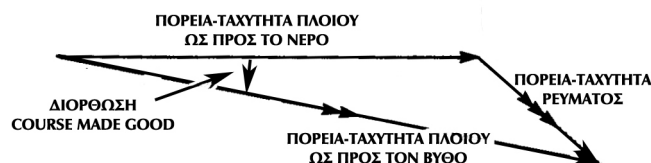
### 2.2.3 Διακόπτες ελέγχου αληθούς κινήσεως (true motion)

Στην σχετική κίνηση (RELATIVE MOTION) το κέντρο της σαρώσεως παραμένει σταθερό στον ενδείκτη, ενώ η εικόνα ραντάρ μεταβάλλεται σχετικά με την προχώρηση του πλοίου. Αναφέρθηκε ότι η εικόνα αυτή επιτυγχάνεται με τροφοδότηση του ενδείκτη τεσσάρων σημάτων και συγκεκριμένα του πυροδοτικού παλμού (trigger), του σήματος video, του σήματος περιστροφής κεραίας (ROT) και του παλμού γραμμής πλώρης (HM). Δια τροφοδότησεως του ενδείκτη με επί πλέον στοιχεία εισόδου από την γυροπυξίδα (αληθής πορεία) και το δρομόμετρο (ταχύτητα), είναι δυνατόν το κέντρο της σαρώσεως να διαγράφει ίχνος επί της οθόνης του ενδείκτη, προς την κατεύθυνση της κινήσεως του πλοίου και με ρυθμό ανάλογο της προχωρήσεως του πλοίου. Με αυτό τον τρόπο, επιτυγχάνεται μία εικόνα αληθούς κινήσεως.

Όταν το κέντρο της σαρώσεως, έχει προχωρήσει αρκετά προς την περιφέρεια του ενδείκτη, πρέπει να επανατοποθετηθεί και τούτο συμβαίνει στις περισσότερες συσκευές αυτόματα. Συνήθως αυτόματη επαναφορά του κέντρου της σαρώσεως συμβαίνει όταν αυτό απέχει 1/3 της ακτίνας του ενδείκτη από την περιφέρεια και επανατοποθετείται σε θέση η οποία απέχει 1/3 της ακτίνας του ενδείκτη από την περιφέρεια, προς την αντίθετη κατεύθυνση και κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η γραμμή πλώρης να διέρχεται από το κέντρο. Αυτή η θέση, επιτρέπει περισσότερη χρονική διάρκεια μέχρι την επόμενη επαναφορά του κέντρου της σαρώσεως.

Διατίθενται οι παρακάτω διακόπτες και ρυθμιστές:

- Διακόπτης επιλογής TRUE MOTION και διακόπτης επιλογής RELATIVE MOTION.
- Διακόπτης RESET: Επιτρέπει την χειροκίνητη επανατοποθέτηση του κέντρου της σαρώσεως δια των ποτενσιόμετρων OFF CENTERING τα οποία ελέγχουν την αποκέντρωση της βάσεως χρόνου κατά την έννοια βορράς-νότος και απηλιώτης-ζέφυρος.
- Διακόπτης SPEED INPUT SELECTOR: Επιτρέπει την επιλογή αυτομάτου εισόδου σήματος από το δρομόμετρο ή χειροκίνητης εισόδου ταχύτητας από τον χειριστή.
- Διακόπτης COURSE INPUT SELECTOR: επιτρέπει την επιλογή αυτομάτου εισόδου σήματος από την γυροπυξίδα ή χειροκίνητης εισόδου πορείας από τον χειριστή.
- Διακόπτες DRIFT CONTROL (DRIFT DIRECTION – DRIFT SPEED) ή TIDAL CORRECTION: Επιτρέπουν την εισαγωγή των στοιχείων του ρεύματος της περιοχής (πορεία – ταχύτητα), προκειμένου να επιτευχθεί αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό. Αντί των διακοπών DRIFT CONTROLS, ή συμπληρωματικά με αυτούς, δυνατόν να διατίθενται οι διακόπτες COURSE MADE GOOD και SPEED MADE GOOD, οι οποίοι επιτρέπουν την εισαγωγή διορθώσεως στην πορεία του πλοίου, ώστε να προκύψει η πορεία ως προς τον βυθό όπως στο σχήμα 2-5 και την εισαγωγή διορθώσεως στην ταχύτητα του πλοίου, ώστε να προκύψει η ταχύτητα ως προς τον βυθό. Τέλος αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό δύναται να πραγματοποιηθεί απ' ευθείας, εφόσον η συσκευή ραντάρ λαμβάνει είσοδο ταχύτητας από δρομόμετρο τύπου Doppler, το οποίο μετρά την ταχύτητα του πλοίου ως προς τον βυθό.

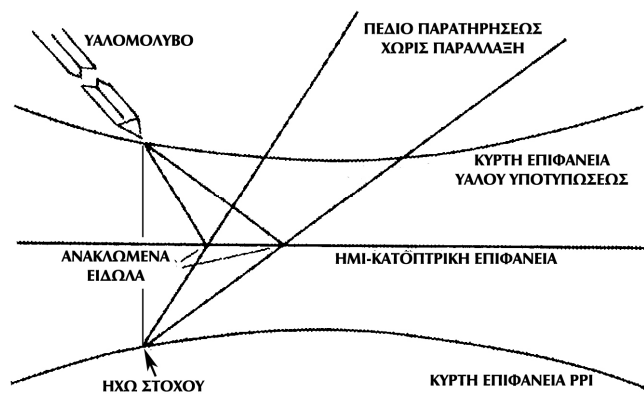


Σχήμα 2-5: Διόρθωση course made good

- Διακόπτης ZERO SPEED: Με τον διακόπτη αυτόν, παρέχεται η δυνατότητα στιγμιαίας ακινησίας του κέντρου της σαρώσεως. Η εκμετάλλευση αυτής της δυνατότητας εξηγείται σε επόμενο κεφάλαιο.

### 2.2.4 Ευκολίες υποτυπώσεως

Για την αποτελεσματική χρήση του ραντάρ στην αποφυγή συγκρούσεων, οι παλαιότερες τεχνολογίας συσκευές φέρουν επί της οθόνης ένα πρόσθετο εξάρτημα, το οποίο καλείται ανακλαστικός υποτυπωτής (reflection plotter). Ο ανακλαστικός υποτυπωτής επιτρέπει με ειδικό μολύβι να σημειώνονται οι θέσεις των στόχων ή και του πλοίου, ώστε να προσδιορίζεται έτσι η κινηματική τους συμπεριφορά. Κάθε στίγμα ενός ειδικού μολυβιού στην ύαλο της υποτυπώσεως, αντανακλάται μέσω μίας ημι-κατοπτρικής επιφάνειας σε ένα σημείο επί της οθόνης του ενδείκτη. Έτσι για την υποτύπωση της θέσεως ενός στόχου, με το ειδικό μολύβι, σημειώνεται ένα στίγμα του οποίου η αντανάκλαση αγγίζει την ηχώ του στόχου στο PPI. Η σχεδίαση του ανακλαστικού υποτυπωτή προβλέπει την εκμηδένιση της παραλλάξεως λόγω θέσεως οφθαλμού παρατηρητή. Προς τούτο η καμπυλότητα της υάλου υποτυπώσεως είναι αντίθετη από την καμπυλότητα της εμπρόσθιας όψεως της οθόνης του ενδείκτη και με το κοίλωμα προς τα άνω. Η επιφάνεια υποτυπώσεως διαθέτει κρυφό φωτισμό περιφερειακά, του οποίου η φωτεινότητα ελέγχεται με το ειδικό προς τούτο ποτενσιόμετρο PLOTTER DIMMER. Χωρίς τον φωτισμό αυτό, οι ανακλάσεις του ειδικού μολυβιού δεν είναι εμφανείς. Ο ανακλαστικός υποτυπωτής του σχήματος 2-6 χρησιμοποιήθηκε και ακόμη χρησιμοποιείται σε πολλές συσκευές ραντάρ.



Σχήμα 2-6: Ανακλαστικός υποτυπωτής (reflection plotter)

Οι νεότερης τεχνολογίας συσκευές δεν διαθέτουν ανακλαστικό υποτυπωτή, αλλά υπάρχει η δυνατότητα να πραγματοποιείται υποτύπωση στόχων με joystick / rolling ball. Το συνθετικό σύμβολο του joystick / rolling ball είναι δυνατόν υπό τον έλεγχο του χειριστή να αφήνει ένα στίγμα στις θέσεις των στόχων οι οποίοι υποτυπώνονται. Διατίθενται επί πλέον, από το λογισμικό (software) της συσκευής, σχεδιαστικά εργαλεία για την χάραξη γραμμών και σχημάτων, ώστε να εκτελείται με εξαιρετική ευκολία κάθε δραστηριότητα η οποία παραδοσιακά πραγματοποιείτο στον ανακλαστικό υποτυπωτή με το ειδικό μολύβι. Για την τεχνική υποτυπώσεως με ραντάρ γίνεται λόγος στο επόμενο κεφάλαιο.

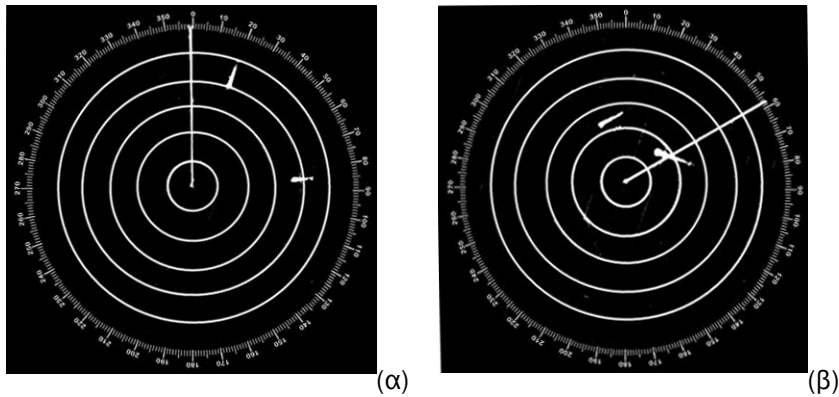
### 2.2.5 Ίχνη απονέρων

Πλην των ευκολιών υποτυπώσεως, υπάρχει η δυνατότητα να εμφανίζεται το ίχνος των απονέρων των στόχων (target trails). Προς τούτο, στους αναλογικούς ενδείκτες παλαιότερης τεχνολογίας, δεν απαιτείται ιδιαίτερη ρύθμιση, καθόσον το ίχνος των απονέρων εμφανίζεται λόγω παραμένουσας λαμπρότητας. Στην σχετική κίνηση, η διεύθυνση του ίχνους των απονέρων και το μήκος των, είναι ενδεικτικά της σχετικής πορείας και ταχύτητας των στόχων, ενώ στην αληθή κίνηση, της αληθούς πορείας και ταχύτητας αυτών. Κρατημένοι στόχοι, στην αληθή κίνηση, όταν δεν υπάρχει ρεύμα στην περιοχή, δεν εμφανίζουν ίχνος απονέρων.

Το σχήμα 2-7α εμφανίζει σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως δύο στόχους από τα ίχνη απονέρων των οποίων συνάγεται ότι έχουν πορεία συγκρούσεως με το πλοίο. Το σχήμα 2-7β εμφανίζει τα ίχνη απονέρων των ίδιων

στόχων μετά την αλλαγή πορείας την οποία πραγματοποίησε το πλοίο. Από τα ίχνη απονέρων συνάγεται ότι οι στόχοι, μετά την αλλαγή πορείας του πλοίου, διέρχονται σε ασφαλή απόσταση.

Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές, τα ίχνη των απονέρων είναι τεχνητά και εμφανίζονται με επιλογή του χειριστή μέσω ειδικού διακόπτη ο οποίος συνήθως επιγράφεται TARGET TRAILS (TRUE ή RELATIVE). Το μήκος των ιχνών των απονέρων δυνατόν να επιλεγεται επίσης από τον χειριστή δια τοποθετήσεως μίας τιμής χρόνου (πχ 3 min, 6 min κοκ).



Σχήμα 2-7: Ίχνη απονέρων

## 2.3 Ενεργοποίηση

Πριν από την ενεργοποίηση της συσκευής εκτελέσατε τους ακόλουθους προκαταρκτικούς ελέγχους:

- α. Αποσύρατε τυχόν αντικείμενα τα οποία εμποδίζουν την περιστροφή της κεραίας.
- β. Ενεργοποιήσατε τον διακόπτη, ο οποίος τροφοδοτεί με ηλεκτρική ισχύ την συσκευή (διακόπτης ON / OFF). Η παροχή ισχύος ενεργοποιεί την προθέρμανση (warm-up), η οποία σύμφωνα με τις προδιαγραφές του IMO δεν πρέπει να ξεπερνά τα τέσσερα (4) min. Μετά το πέρας της προθερμάνσεως, η συσκευή τίθεται στην κατάσταση STANDBY.
- γ. Φέρατε τα παρακάτω κομβία ελέγχου στην μηδενική τιμή τους:
  - (1) Ποτενσιόμετρο λαμπρότητας (BRILLIANCE): Στην μηδενική τιμή, αποτρέπει την έντονη φωτεινότητα του ενδείκτη όταν αυτός ενεργοποιηθεί και την φθορά της φωσφορικής ουσίας του.
  - (2) Κομβία / ποτενσιόμετρα GAIN, RANGE RINGS BRILLIANCE, VRM BRILLIANCE, ANTI CLUTTER SEA, ANTI CLUTTER RAIN, καθώς και κάθε κομβίο αυτομάτου ελέγχου (AUTO CLUTTER, INTERFERENCE REJECTION κοκ). Όλα τα παραπάνω κομβία έχουν κάποιο αποτέλεσμα στην συνολική λαμπρότητα της εικόνας και εάν δεν τοποθετηθούν στην μηδενική τιμή, είναι δύσκολο να ρυθμιστεί σωστά η λαμπρότητα με το ποτενσιόμετρο BRILLIANCE.
- δ. Ενεργοποιήσατε τον διακόπτη κεραίας (διακόπτης SCANNER ON / OFF).
- ε. Μεταθέσατε το σύστημα από την κατάσταση STAND-BY στην κατάσταση ON (πλήρης επιχειρησιακή λειτουργία).

Κατά την διάρκεια της προθερμάνσεως, προβείτε στις παρακάτω επιλογές:

- Προσανατολισμός εικόνας (HEAD UP ή COURSE UP ή NORTH UP) και παρουσίαση εικόνας (RELATIVE MOTION ή TRUE MOTION με σταθεροποίηση ως προς το νερό ή ως προς τον βυθό) με τα ειδικά προς τούτο κομβία. Αυτές οι επιλογές επιβάλλονται από τις συνθήκες ναυσιπλοΐας και συζητούνται στην συνέχεια.

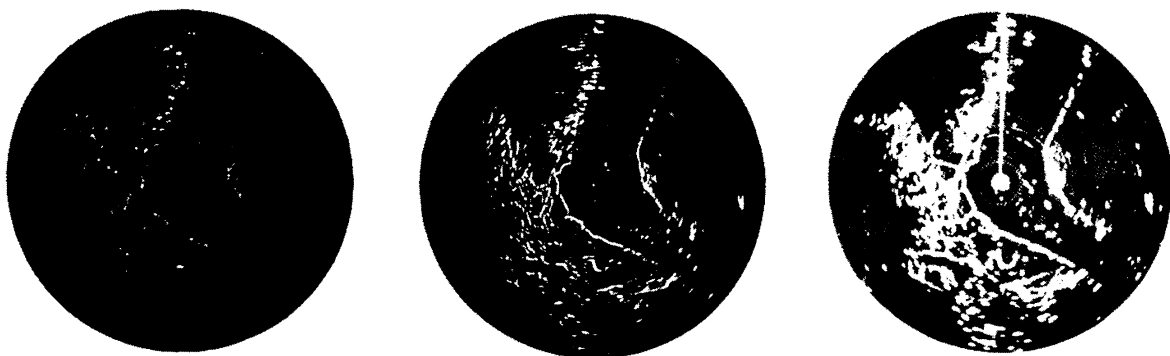
- Κλίμακα αποστάσεων (διακόπτης RANGE SCALE). Αρχικά επιλέξατε μία μεσαία κλίμακα αποστάσεων, όπως για παράδειγμα 12 nm. Στις μεσαίες κλίμακες, κατά κανόνα, είναι ορατές θαλάσσιες επιστροφές σε μία ικανή απόσταση, ώστε να είναι δυνατές περαιτέρω ρυθμίσεις για την ποιότητα της εικόνας όπως εξηγείται στην συνέχεια.
- Διάρκεια παλμού (διακόπτης PULSE SHORT / LONG). Αυτή η επιλογή πραγματοποιείται συνήθως αυτόματα με την επιλογή της κλίμακας αποστάσεων.

## 2.4 Ρυθμίσεις εικόνας

Η προετοιμασία του ενδείκτη περιλαμβάνει ρυθμίσεις για την βέλτιστη παρουσίαση της εικόνας. Εάν κάποιες από αυτές τις ρυθμίσεις είναι προ-τοποθετημένες, είναι απαραίτητο να ελεγχθεί ότι προκαλούν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

### 2.4.1 Ρύθμιση λαμπρότητας (BRILLIANCE)

Το ποτενσιόμετρο ελέγχου λαμπρότητας, ρυθμίζει την φωτεινότητα της ηλεκτρονικής δέσμης η οποία στην ουσία 'ζωγραφίζει' την εικόνα ραντάρ. Η φωτεινότητα πρέπει να είναι τόσο, ώστε η περιστρεφόμενη σάρωση μόλις να διακρίνεται εν απουσία σήματος video. Αν η φωτεινότητα είναι πολύ μικρή, ασθενείς ηχώ δεν είναι ορατές, εάν είναι πολύ μεγάλη, επιστροφές από στόχους δεν διακρίνονται λόγω πτωχής αντιθέσεως (contrast). Στο σχήμα 2-8 παρουσιάζεται η επενέργεια της ρυθμίσεως BRILLIANCE στην εικόνα ραντάρ.



(α) Ανεπαρκές BRILLIANCE

(β) Κανονικό BRILLIANCE

(γ) Υπερβολικό BRILLIANCE

Σχήμα 2-8: Αποτέλεσμα ρυθμίσεως BRILLIANCE

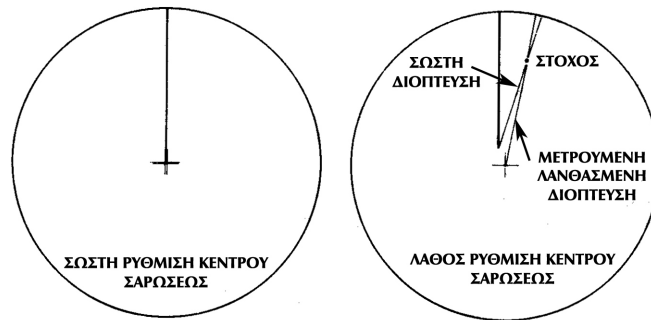
### 2.4.2 Ρύθμιση εστίασεως (FOCUS)

Αυτή η ρύθμιση μεταβάλλει το πάχος της φωτεινής κηλίδας, ώστε να εξασφαλίζεται η ευκρίνεια της εικόνας. Για την ρύθμιση αυτή, εμφανίσατε τους κύκλους διακριβώσεως και μεταβάλλατε την εστίαση, μέχρι οι κύκλοι να εμφανίζονται ευκρινώς με το πλέον λεπτό ίχνος. Επιλέξατε ένα κύκλο ανάμεσα στο κέντρο και στην περιφέρεια του ενδείκτη, διότι ίσως δεν είναι εφικτή η εστίαση σε όλο το μήκος της ακτίνας του PPI. Με πτωχή εστίαση, οι κύκλοι εμφανίζονται με παχύ ίχνος. Οι νεότερης τεχνολογίας συσκευές διαθέτουν αυτόματη ή προ-ρυθμισμένη από τον κατασκευαστή εστίαση και δεν διατίθεται αντίστοιχο ποτενσιόμετρο ελέγχου.

### 2.4.3 Ρύθμιση του κέντρου της σαρώσεως

Για την μέτρηση διοπτύσεων, στις παλαιότερες τεχνολογίας συσκευές, το κέντρο της σαρώσεως πρέπει να συμπίπτει αφενός με το κέντρο της βαθμολογημένης κλίμακας διοπτύσεων, η οποία περιβάλλει την περιφέρεια του ενδείκτη και αφετέρου με το κέντρο του δρομέα διοπτύσεων, άλλως η λήψη των διοπτύσεων είναι λανθασμένη, όπως δείχνει το σχήμα 2-9.

Η ρύθμιση του κέντρου της σαρώσεως είναι απαραίτητη και πρέπει να πραγματοποιείται πριν από την ευθυγράμμιση της γραμμής πλήρης για την οποία γίνεται λόγος στην συνέχεια. Προς αποφυγή παραλλάξεως, ο οφθαλμός του παρατηρητή πρέπει να ευρίσκεται υπεράνω του κέντρου του ενδείκτη. Προς τούτο βοηθά, είτε η χοάνη σκιάσεως του ενδείκτη (εάν υπάρχει), είτε οι χαραγμένες γραμμές στο κέντρο και στις δύο όψεις του δρομέα διοπτύσεων. Η ρύθμιση του κέντρου της σαρώσεως πραγματοποιείται με τα δύο ποτενσιόμετρα τα οποία εκτρέπουν το κέντρο της σαρώσεως κατά την έννοια βοράς-νότος και απηλιώτης-ξέφυρος.



Σχήμα 2-9: Ρύθμιση του κέντρου της σαρώσεως.

#### 2.4.4 Ευθυγράμμιση γραμμής πλήρης

Όλες οι διοπτύσεις μετρούνται αναφορικά με την γραμμή πλήρης. Εάν η γραμμή πλήρης δεν είναι σωστά ευθυγραμμισμένη, τότε όλες οι μετρούμενες διοπτύσεις είναι λανθασμένες. Για την ευθυγράμμιση γραμμής πλήρης προτείνεται η ακόλουθη διαδικασία:

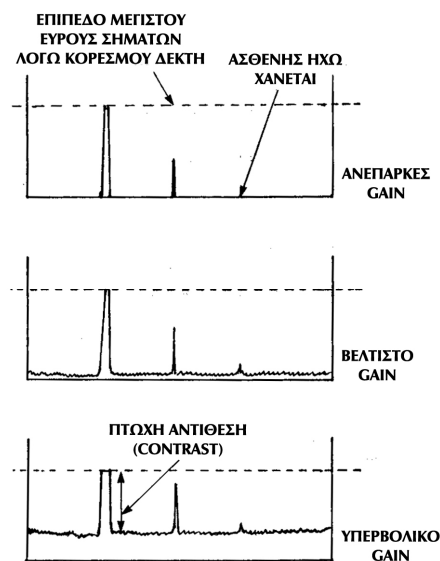
- α. Ρυθμίσατε το κέντρο της σαρώσεως.
- β. Απενεργοποιήσατε την σταθεροποίηση ως προς τον βορρά και περιστρέψατε την εικόνα με τον διακόπτη PICTURE ROTATE ή TURN-PICTURE, ώστε η γραμμή πλήρης να δείξει 000° στην βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων.
- γ. Επιλέξατε ένα καταφανή στόχο σε απόσταση πλησίον της μέγιστης εν χρήσει κλίμακας. Μετρήσατε την σχετική διόπτουση του στόχου με την διόπτρα και την σχετική διόπτουση από το ραντάρ συγχρόνως. Η οπτική διόπτουση λαμβάνεται από θέση τέτοια, ώστε να μη υπάρχει οριζόντια παράλλαξη μεταξύ διόπτρας και κεραίας ραντάρ. Επαναλάβετε τις μετρήσεις και υπολογίσατε τον μέσο όρο της διαφοράς των δύο διοπτύσεων.
- δ. Περιστρέψατε την εικόνα μέχρι η διαφορά των δύο παραπάνω διοπτύσεων να μηδενιστεί.
- ε. Εάν είναι απαραίτητο ρυθμίσατε την επαφή στο συγκρότημα της κεραίας, ώστε η γραμμή πλήρης στον ενδείκτη να δείχνει την ένδειξη 000° στην βαθμολογημένη κλίμακα των διοπτύσεων.
- ζ. Μετρήσατε εκ νέου διοπτύσεις με την διόπτρα και από το ραντάρ για επιβεβαίωση της ακρίβειας.

#### 2.5 Ρυθμίσεις για βέλτιστη εικόνα σε αναλογικούς ενδείκτες

Στην συνέχεια των παραπάνω ρυθμίσεων, πραγματοποιούνται ρυθμίσεις στον δέκτη προς επίτευξη εντοπισμού ασθενών σημάτων. Τα κριτήρια για τις ρυθμίσεις αυτές βασίζονται στις ιδιότητες του παραδοσιακού αναλογικού video. Τα ίδια κριτήρια δεν είναι εφαρμόσιμα σε συνθετικό ενδείκτη, οι ρυθμίσεις για βέλτιστη εικόνα του οποίου, αναφέρονται ξεχωριστά.

### 2.5.1 Ρύθμιση απολαβής ενισχύσεως (GAIN)

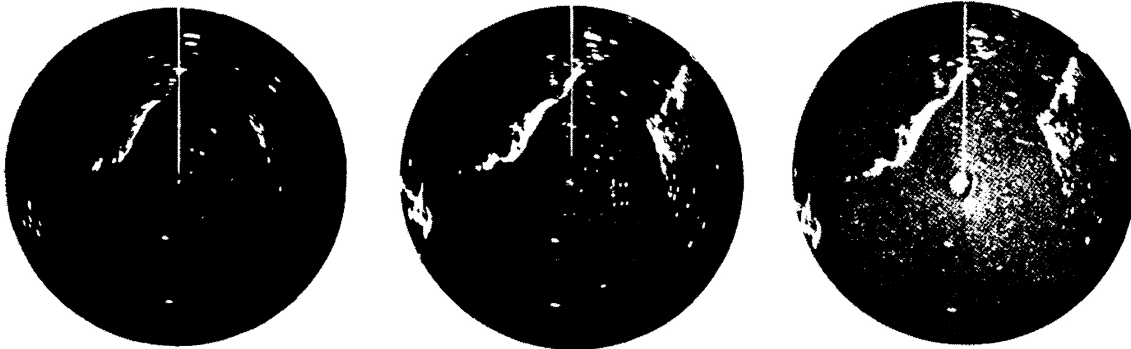
Με το ποτενσιόμετρο GAIN ρυθμίζεται το ποσοστό ενισχύσεως των εισερχομένων σημάτων στον δέκτη. Η ρύθμιση πρέπει να είναι τέτοια, ώστε εν απουσία επιστροφών από στόχους, η σάρωση να εμφανίζεται αμυδρά και να αφήνει αχνά στίγματα σε όλη την επιφάνεια της οθόνης. Αυτά τα αχνά στίγματα προέρχονται από θόρυβο στον δέκτη. Σε γενικές γραμμές με την λέξη θόρυβος, εννοείται το σύνολο των ανεπιθύμητων και τυχαίων σημάτων, τα οποία εκλαμβάνονται ως πραγματικοί στόχοι. Ο μηχανισμός απορρίψεως του θορύβου είναι το κατώφλι εντοπισμού (threshold detection), το οποίο ρυθμίζεται από τον κατασκευαστή. Οποιοδήποτε επιστρέφον σήμα για να γίνει αντιληπτό, πρέπει να υπερβεί το κατώφλι εντοπισμού και σε τούτο συμβάλλει η αύξηση του GAIN.



Σχήμα 2-10: Ρύθμιση GAIN

Εάν το GAIN είναι ανεπαρκές, ασθενείς ηχώ δεν εντοπίζονται διότι δεν υπερβαίνουν το κατώφλι εντοπισμού. Εάν το GAIN είναι περισσότερο από όσο χρειάζεται, οι ασθενείς ηχώ δυνατόν να μη διακρίνονται, όχι διότι δεν ξεπερνούν το κατώφλι εντοπισμού, αλλά διότι δεν ξεχωρίζουν, λόγω πτωχής αντιθέσεως (contrast) με την υπόλοιπη εικόνα (σχήμα 2-10). Άλλωστε με υπερβολικό GAIN πολλές αιχμές θορύβου υπερβαίνουν το κατώφλι, ενώ τα σήματα των πραγματικών στόχων ωθούνται προς το επίπεδο κορεσμού του δέκτη και σε αυτό το σημείο αναγκαστικά περιορίζονται όσο και εάν ενισχυθούν περαιτέρω. Το αποτέλεσμα είναι μία υποβάθμιση της αντιθέσεως (contrast) μεταξύ των ισχυρών σημάτων από πραγματικούς στόχους και της υπόλοιπης εικόνας.

Ο χειριστής είναι υποχρεωμένος να αντιμετωπίσει το συχνό φαινόμενο του κορεσμού στον δέκτη από ισχυρές επιστροφές, με επιδέξια ρύθμιση του GAIN. Εάν το GAIN ρυθμιστεί έτσι ώστε μικρή ποσότητα θορύβου μόλις να καθίσταται ορατή στον ενδείκτη, τότε η πιθανότητα εντοπισμού ασθενών στόχων αυξάνεται. Είναι θέμα εμπειρίας του χειριστή, ο οποίος εξασκεί την επιδεξιότητά του στην αποτελεσματική ρύθμιση του GAIN. Περισσότερο GAIN, μάλλον αυξάνει τις ηχώ από θόρυβο και δεν συμβάλλει στην διάκριση των ασθενέστερων ηχώ, εν μέσω των επιστροφών από θορύβους. Λιγότερο GAIN πιθανόν αποκρύπτει τις ασθενέστερες ηχώ. Στο σχήμα 2-11 παρουσιάζεται η επενέργεια της ρυθμίσεως GAIN στην εικόνα ραντάρ.



(α) Ανεπαρκές GAIN

(β) Κανονικό GAIN

(γ) Υπερβολικό GAIN

Σχήμα 2-11: Αποτέλεσμα ρυθμίσεως GAIN

### 2.5.2 Ρύθμιση συντονισμού (TUNING)

Για όσες συσκευές δεν διαθέτουν αυτόματο συντονισμό (automatic frequency control (AFC)), ως κριτήρια συντονισμού του δέκτη επί τη βάση των οποίων ο χειριστής βεβαιώνεται, με ρυθμίσεις στο ποτενσιόμετρο TUNING, ότι η συχνότητα του πομπού διαφέρει από την συχνότητα του τοπικού ταλαντωτή κατά την ενδιάμεση συχνότητα (IF), είναι:

- α. Η παρατήρηση θαλασσιών επιστροφών στην μεγαλύτερη δυνατή απόσταση από το πλοίο.
- β. Η παρατήρηση μέγιστης απολαβής από επιστροφές βροχής ή ομίχλης.
- γ. Η παρατήρηση μέγιστου μήκους σήματος ελέγχου επιδόσεων της συσκευής (performance monitor signal) για το οποίο γίνεται λόγος σε επόμενο εδάφιο.

Μερικοί ενδείκτες διαθέτουν οπτική ένδειξη συντονισμού του δέκτη. Ωστόσο, αυτή η δυνατότητα δεν προβλέπεται από τις προδιαγραφές IMO και πρέπει μόνο συμβουλευτικά να παρατηρείται αυτή η οπτική ένδειξη, καθόσον ο αποτελεσματικός συντονισμός εξασφαλίζεται μόνο εάν εκπληρώνονται τα παραπάνω κριτήρια. Όσο περισσότερες θαλάσσιες επιστροφές ή επιστροφές καιρικών φαινομένων εντοπίζονται, τόσο περισσότερο συντονισμένο είναι το ραντάρ.

## 2.6 Ρυθμίσεις για βέλτιστη εικόνα σε συνθετικούς ενδείκτες

### 2.6.1 Ρύθμιση αντιθέσεως (CONTRAST)

Πριν αναφερθεί κανείς στις ρυθμίσεις του GAIN και του TUNING, σε ένα συνθετικό ενδείκτη, είναι απαραίτητο να αναφερθεί στην ρύθμιση του CONTRAST. Ο όρος CONTRAST γενικά, περιγράφει την διαφορά μεταξύ δύο επιπέδων λαμπρότητας. Στα ραντάρ με αναλογικούς ενδείκτες, περιγράφει την διαφορά λαμπρότητας μεταξύ των χρησίμων επιστροφών και της λοιπής εικόνας με τις ανεπιθύμητες επιστροφές θορύβου. Στους συνθετικούς ενδείκτες, το κομβίο CONTRAST ρυθμίζει την λαμπρότητα όλων των συνθετικών ηχώ. Με μηδενική τιμή CONTRAST, δεν εμφανίζονται συνθετικές ηχώ. Αντίθετα με μεγάλη τιμή CONTRAST οι συνθετικές ηχώ γίνονται υπερμεγέθεις και χάνουν την ευκρίνειά τους. Σε κάποια από τις ενδιάμεσες τιμές CONTRAST, ο χειριστής καλείται να ρυθμίσει την συνολική λαμπρότητα του ενδείκτη, ώστε να ταιριάζει με τις επικρατούσες συνθήκες περιβάλλοντος φωτισμού. Σε μερικά συστήματα ωστόσο, η ρύθμιση του CONTRAST είναι εργοστασιακή και δεν διατίθεται ποτενσιόμετρο ρυθμίσεως.

Πριν επιχειρηθεί ρύθμιση του GAIN και του TUNING, πρέπει να τοποθετηθεί μία τιμή στο ποτενσιόμετρο CONTRAST, άλλως δεν είναι ορατές συνθετικές ηχώ οι οποίες επιτρέπουν την περαιτέρω ρύθμιση του GAIN και του TUNING. Από την άλλη, ίσως να μη είναι δυνατή η τελική ρύθμιση του CONTRAST, εάν δεν έχει ρυθμιστεί το GAIN και το TUNING, επειδή η συνολική λαμπρότητα της εικόνας σε κάποιο βαθμό εξαρτάται



από το περιεχόμενο της ίδιας της εικόνας και τούτο εξαρτάται μόνο από τις ρυθμίσεις του GAIN και του TUNING.

Η περισσότερο ενδεδειγμένη μέθοδος είναι, να τοποθετηθεί μία αρχική τιμή στο CONTRAST, για να επιτρέψει την περαιτέρω ρύθμιση του GAIN και του TUNNING. Το εγχειρίδιο κατασκευαστή δίδει οδηγίες προς τούτο. Εάν όχι, οι ρυθμίσεις δύνανται να πραγματοποιηθούν ευκόλως με διαδοχικές προσπάθειες. Εάν δεν υπάρχει χρόνος για διαδοχικές προσπάθειες, γίνεται ρύθμιση του CONTRAST στην μέση τιμή της διαδρομής του αντίστοιχου ποτενσιόμετρου. Μετά την ρύθμιση του GAIN και του TUNNING, ρυθμίζεται εκ νέου το CONTRAST. Σημειώνεται εκ νέου, ότι το ποτενσιόμετρο του CONTRAST επιδρά στην λαμπρότητα της εικόνας και όχι στο περιεχόμενο αυτής.

Η προτεινόμενη διαδικασία είναι η ακόλουθη:

- α. Επιλέξατε αρχική τιμή στο CONTRAST.
- β. Ρυθμίσατε το GAIN.
- γ. Ρυθμίσατε εκ νέου το CONTRAST, ώστε η συνολική λαμπρότητα του ενδείκτη να ταιριάζει με τις επικρατούσες συνθήκες φωτισμού.
- δ. Ρυθμίσατε το TUNNING.
- ε. Ρυθμίσατε εκ νέου το CONTRAST εάν απαιτείται, ώστε η συνολική λαμπρότητα του ενδείκτη να ταιριάζει με τις επικρατούσες συνθήκες φωτισμού.

### 2.6.2 Ρύθμιση απολαβής ενισχύσεως (GAIN)

Το GAIN πρέπει να ρυθμιστεί κατά τρόπον ώστε να επιτυγχάνεται βέλτιστη σχέση μεταξύ του κατωφλίου (threshold) εντοπισμού (το οποίο είναι προ-τοποθετημένο) και της ποσότητας του θορύβου η οποία ελέγχεται με το GAIN. Θα ήταν επιθυμητό να ρυθμιστεί το GAIN κατά τρόπον ώστε να εντοπίζονται ασθενή σήματα στόχων, αλλά να μη εντοπίζονται αιχμές θορύβου. Τέτοια ιδεώδης ρύθμιση δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί. Εάν ρυθμιστεί το GAIN σε μεγάλη τιμή, όλοι οι στόχοι εντοπίζονται, αλλά επίσης ικανή ποσότητα θορύβου ξεπερνά το κατώφλι εντοπισμού. Από την άλλη, εάν ρυθμιστεί το GAIN σε αρκετά χαμηλή τιμή, ώστε καθόλου θόρυβος να μη ξεπερνά το κατώφλι εντοπισμού, ασθενείς στόχοι διαφεύγουν επίσης τον εντοπισμό. Επομένως πρέπει να αναζητηθεί μία βέλτιστη ρύθμιση.

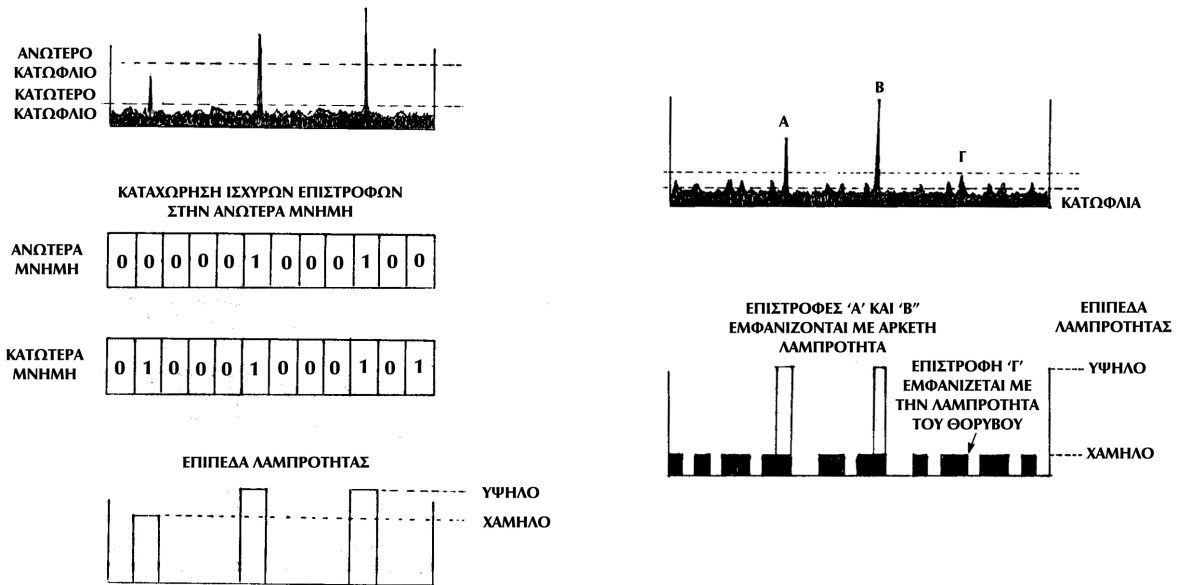
Στους συνθετικούς ενδείκτες με ένα κατώφλι κωδικοποίησης αποστάσεως, κάθε αιχμή θορύβου η οποία υπερβαίνει αυτό το κατώφλι, παρουσιάζεται στον ενδείκτη με την ίδια λαμπρότητα όπως ένας πραγματικός στόχος, εν αντιθέσει με τους αναλογικούς ενδείκτες στους οποίους με ικανή ευχέρεια δύναται ο χειριστής να διαχωρίσει τους πραγματικούς στόχους από την υπόλοιπη εικόνα με τα τυχαία στίγματα του θορύβου στα οποία η λαμπρότητα είναι πολύ μικρότερη. Πάντως στην πράξη, οι αιχμές θορύβου διακρίνονται, επειδή είναι τυχαίες και δεν εμφανίζονται ποτέ επίμονα στο ίδιο σημείο. Άλλωστε το μήκος το οποίο καταλαμβάνουν οι αιχμές θορύβου, είναι σαφώς μικρότερο από εκείνο των στόχων, επειδή κατά κανόνα δηλώνεται η παρουσία τους σε πολύ λιγότερα παραπλήσια ψηφία στις ψηφιακές λέξεις αποστάσεως.

Σε γενικές γραμμές, είναι επιθυμητό σε συνθετικούς ενδείκτες ενός κατωφλίου κωδικοποίησης αποστάσεως, ο χειριστής να έχει την δυνατότητα να επιλέξει την εμφάνιση αναλογικού video. Σε αυτούς τους ενδείκτες, συνήθως διατίθεται μία τουλάχιστον κλίμακα με δυνατότητα επιλογής εμφάνισης αναλογικού video. Με το αναλογικό video δύναται να εφαρμοστεί η γνωστή διαδικασία για την ρύθμιση του GAIN.

Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές, χρησιμοποιούνται δύο (ή περισσότερα) κατώφλια κωδικοποίησης αποστάσεως (σχήμα 2-12α). Σε αυτές τις συσκευές, δεν παρέχεται η δυνατότητα εμφάνισης αναλογικού video ή η δυνατότητα αυτή περιορίζεται σε μία μόνο κλίμακα, συνήθως σε αυτήν των 12 nm ή στην αντιστοιχούσα στην σταθερή βάση χρόνου. Υπάρχει ωστόσο η τάση, αυτή η δυνατότητα να πάψει να προσφέρεται στο μέλλον από τους κατασκευαστές. Εάν διατίθεται αναλογικό video, δύναται να εφαρμοστεί η γνωστή διαδικασία για την ρύθμιση του GAIN. Εάν όχι, τότε η διαδικασία ρυθμίσεως επί τη βάσει συνθετικού video είναι διαφορετική.

Εάν χρησιμοποιούνται δύο κατώφλια κωδικοποίησης αποστάσεως, είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί η ρύθμιση του GAIN, έτσι ώστε το μέσο επίπεδο θορύβου να ευρίσκεται ελάχιστα κάτω από την τιμή του

κατώτερου κατωφλίου. Έτσι, το ανώτερο κατώφλι απορρίπτει κάθε αιχμή θορύβου, ενώ το κατώτερο κατώφλι, συμβάλει στον εντοπισμό ασθενών σημάτων πολύ κοντά στο επίπεδο θορύβου. Βεβαίως ένας μεγάλος αριθμός αιχμών θορύβου ξεπερνά το κατώτερο κατώφλι, πλην όμως επειδή οι ηχώ αυτές εμφανίζονται με πολύ μικρότερη λαμπρότητα, δεν διαταράζουν την αντίθεση (contrast) των ισχυρών επιστροφών από πραγματικούς στόχους, σε σχέση με την υπόλοιπη εικόνα. Επί πλέον, αν και οι ασθενείς ηχώ εμφανίζονται με την ίδια λαμπρότητα όπως και οι αιχμές θορύβου, η επίμονη εμφάνισή τους σε σταθερή θέση και το μέγεθός τους, ευνοεί τον διαχωρισμό τους από τις τυχαίες αιχμές θορύβου.



(α): Συνθετική εικόνα δύο κατωφλίων κωδικοποίησης

(β): Δύο κατώφλια με επίπεδα λαμπρότητας απέχοντα αρκετά μεταξύ τους

Σχήμα 2-12: Ρύθμιση GAIN στους συνθετικούς ενδείκτες

Σε αυτού του τύπου τους συνθετικούς ενδείκτες, είναι εύκολη η ρύθμιση του GAIN σε τέτοια τιμή, ώστε οι αιχμές θορύβου να προκαλούν ένα αμυδρό φόντο στο επίπεδο του κατώτερου κατωφλίου. Τα καλύτερα αποτελέσματα προκύπτουν και είναι ευκολότερη η ρύθμιση, όταν τα δύο επίπεδα λαμπρότητας συνυφασμένα με τα δύο κατώφλια, απέχουν αρκετά μεταξύ τους όπως στο σχήμα 2-12β, δηλαδή οι στόχοι να εμφανίζονται με αρκετά μεγαλύτερη λαμπρότητα από τους θορύβους.

### 2.6.3 Ρύθμιση συντονισμού (TUNING)

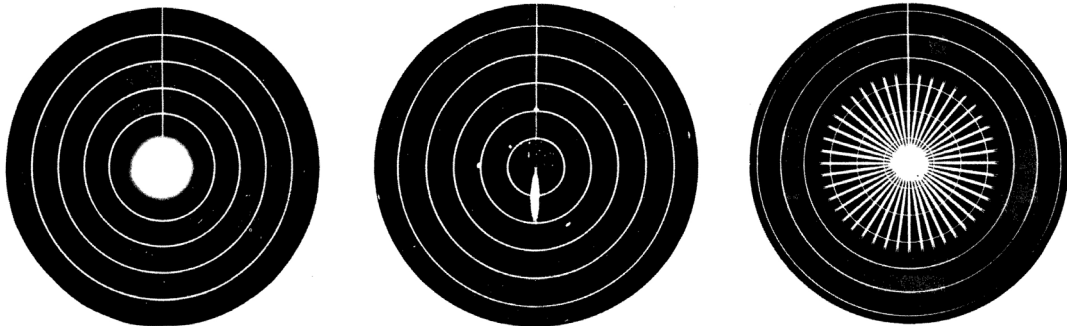
Για την ρύθμιση του συντονισμού στους συνθετικούς ενδείκτες, ισχύουν τα αυτά κριτήρια όπως και για την ρύθμιση του συντονισμού στους αναλογικούς ενδείκτες δηλαδή:

- Η παρατήρηση θαλασσίων επιστροφών στην μεγαλύτερη δυνατή απόσταση από το πλοίο.
- Η παρατήρηση μέγιστης απολαβής από επιστροφές βροχής ή ομίχλης.
- Η παρατήρηση μέγιστου μήκους σήματος ελέγχου επιδόσεων της συσκευής (performance monitor signal).

## 2.7 Κυκλώματα ελέγχου επιδόσεων (PERFORMANCE MONITOR)

Πολλές φορές αν και η εικόνα ραντάρ φαίνεται άριστη, η συσκευή δεν λειτουργεί με τις επιδόσεις σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Στην ανοικτή θάλασσα, η απουσία στόχων στον ενδείκτη, δυνατόν να οφείλεται σε μειωμένη απόδοση και όχι στην ανυπαρξία ναυτιλιακής κινήσεως.

Οι προδιαγραφές IMO για τα ναυτιλιακά ραντάρ, υποχρεώνουν τους κατασκευαστές να εξοπλίζουν τις συσκευές τους με δυνατότητες ελέγχου των επιδόσεων, εν απουσία στόχων. Τα κυκλώματα τα οποία παρέχουν αυτήν την δυνατότητα καλούνται PERFORMANCE MONITOR και όταν ενεργοποιηθούν με το ειδικό προς τούτο κομβίο, παράγουν ένα σήμα στον ενδείκτη το μήκος του οποίου είναι ενδεικτικό της αποδόσεως της συσκευής. Το σήμα αυτό, δυνατόν να λαμβάνει διάφορες μορφές στις συσκευές διαφόρων κατασκευαστών όπως δείχνει το σχήμα 2-13. Ο κατασκευαστής, στο τεχνικό εγχειρίδιο της συσκευής, ορίζει το συγκεκριμένο μήκος του σήματος, το οποίο δηλώνει βέλτιστες επιδόσεις, καθώς και το μήκος του σήματος το οποίο αντιστοιχεί σε ανεπίτρεπτη μείωση των επιδόσεων.



Σχήμα 2-13: Παραδείγματα σημάτων performance monitor

Να σημειωθεί ότι το μήκος του σήματος εξαρτάται επίσης και από τις ρυθμίσεις των κομβίων ελέγχου. Όταν ελέγχονται οι επιδόσεις με το σήμα του PERFORMANCE MONITOR, πρέπει τα κομβία ελέγχου να τοποθετούνται στις καθοριζόμενες θέσεις από τον κατασκευαστή, άλλως η ένδειξη είναι άνευ σημασίας. Γενικώς για τον έλεγχο των επιδόσεων του ραντάρ πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή.

Έλεγχος καλής λειτουργίας πρέπει να πραγματοποιείται μετά την ενεργοποίηση της συσκευής και να επαναλαμβάνεται σε τακτά διαστήματα. Συνιστάται ο έλεγχος πριν από τον απόπλου και περιοδικά τουλάχιστον κάθε τέσσερις (4) ώρες.

## 2.8 Έλεγχος θαλασσιών επιστροφών (SEA CLUTTER)

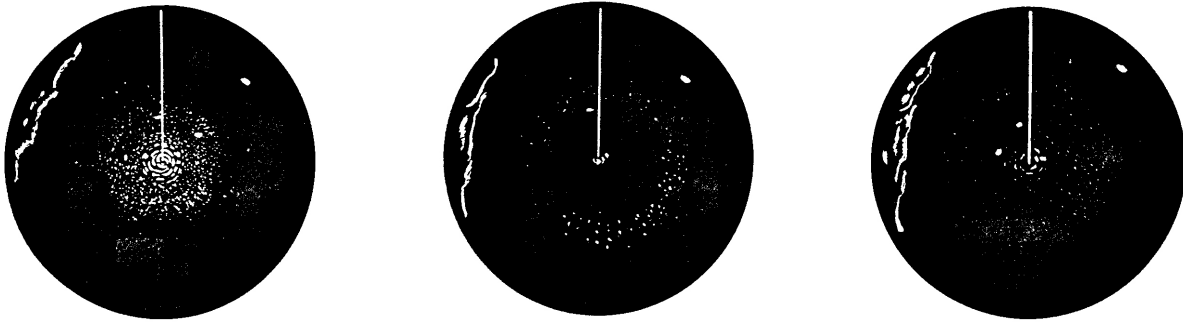
Αναφέρθηκε ότι για τον έλεγχο των θαλασσιών επιστροφών (sea clutter control) διατίθεται το ποτενσιόμετρο ANTI CLUTTER SEA ή STC ή SWEPT GAIN. Η επενέργειά του είναι να μειώνει την ενίσχυση (GAIN) στην αρχή της κάθε σαρώσεως κατά ένα ποσοστό ρυθμιζόμενο από τον χειριστή. Η ενίσχυση σταδιακά αποκαθίσταται, καθώς η ισχύς των θαλασσιών επιστροφών μειώνεται με την αύξηση της αποστάσεως.

Σε κάθε διόπτρευση της κεραίας, η απόκριση από τις θαλάσσιες επιστροφές είναι διαφορετική και μεταβάλλεται τυχαία εξ αιτίας της ανισοκατανομής του κυματισμού στις προσήνεμες και υπήνεμες διευθύνσεις, αλλά και λόγω ρηχών υδάτων και παρουσίας ξηράς σε ορισμένες διοπτρεύσεις. Για τον λόγο αυτό, δεν υπάρχει μία και μόνη σωστή ρύθμιση για τον έλεγχο των θαλασσιών επιστροφών, διότι εάν πραγματοποιηθεί σωστή ρύθμιση για μία συγκεκριμένη διόπτρευση, αυτή είναι λάθος για πολλές από τις υπόλοιπες – αν όχι όλες – τις υπόλοιπες διευθύνσεις. Για την πλέον αποτελεσματική αντιμετώπιση των θαλασσιών επιστροφών, είναι απαραίτητη η ρύθμιση του αντίστοιχου ποτενσιόμετρου με αλληπάλληλες δοκιμές και κατόπιν παρατηρήσεως του αποτελέσματος σε κάθε δοκιμή. Αυτό απαιτεί πρακτική εξάσκηση και επιδεξιότητα και είναι μία από τις πλέον σημαντικές εμπειρίες τις οποίες αποκτά ο χειριστής. Στο σχήμα 2-14 παρουσιάζεται η επενέργεια της ρυθμίσεως ANTI CLUTTER SEA στην εικόνα ραντάρ.

Η προτεινόμενη διαδικασία για τον έλεγχο των θαλασσιών επιστροφών είναι η ακόλουθη:

- α. Ρυθμίστε το ποτενσιόμετρο ANTI CLUTTER SEA στην μέγιστη τιμή ώστε να συμβαίνει μέγιστη δυνατή μείωση GAIN στην αρχή κάθε σαρώσεως. Παρατηρήσατε απόρριψη όλων των θαλασσιών επιστροφών και αδυναμία εντοπισμού στόχων σε μικρές αποστάσεις.

- β. Σταδιακά στρέψατε το ποτενσιόμετρο προς την αντίθετη φορά, παρατηρώντας μέχρι να εμφανιστούν εκ νέου θαλάσσιες επιστροφές. Να σημειωθεί ότι οι θαλάσσιες επιστροφές εμφανίζονται τυχαία ενώ οι ηχώ από στόχους εμφανίζονται σε σταθερή θέση.
- γ. Επαναλάβετε την διαδικασία σε συχνά διαστήματα, ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες, την ταχύτητα του πλοίου, την ορατότητα και το είδος των στόχων οι οποίοι αναμένεται να εντοπιστούν σε μικρές αποστάσεις.



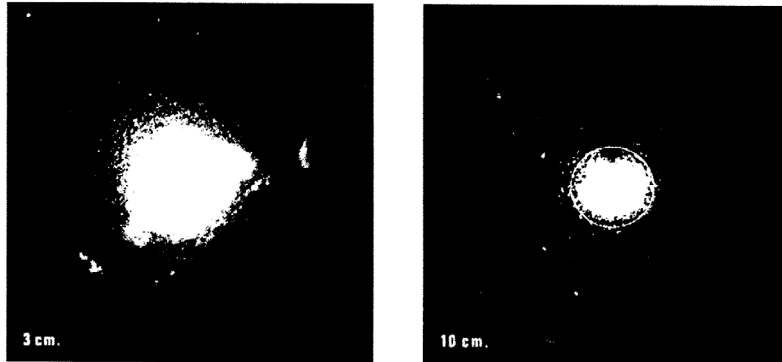
(α). Χωρίς STC

(β). Υπερβολικό STC (μικροί στόχοι χάνονται)

(γ). Βέλτιστο STC

Σχήμα 2-14: Αποτέλεσμα ρυθμίσεως ANTI CLUTTER SEA

- δ. Μεταξύ των αλληπάληλων δοκιμών, ρυθμίσατε ώστε μόνο λίγες θαλάσσιες επιστροφές να εμφανίζονται κάθε φορά.
- ε. Εάν ο δέκτης υποφέρει από υπερβολικό κορεσμό, ενδείκνυται η χρησιμοποίηση μικρής διάρκειας παλμού ή ακόμη καλύτερα, η χρησιμοποίηση ραντάρ 10 cm (S band) (σχήμα 2-15).



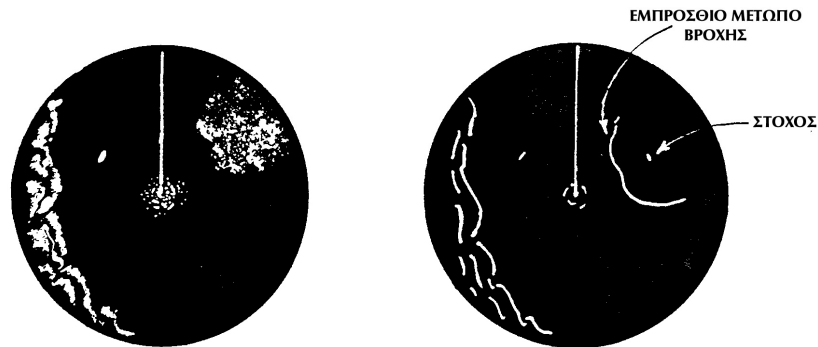
Σχήμα 2-15: θαλάσσιες επιστροφές σε ραντάρ 3 cm και 10 cm

Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές ραντάρ οι οποίες χρησιμοποιούν λογαριθμικό ενισχυτή, οι θαλάσσιες επιστροφές δεν είναι πρόβλημα, διότι σπάνια φέρνουν σε κορεσμό τον δέκτη και ο έλεγχος τους είναι περισσότερο αποτελεσματικός.

Γενικώς, η αντιμετώπιση των θαλάσσιων επιστροφών εξαρτάται από την απόκτηση εμπειρίας κατά την διαδικασία αλληπάληλων δοκιμών. Έμφαση πρέπει να δοθεί στην αναγκαιότητα αποκτήσεως εμπειρίας σε καλές καιρικές συνθήκες (clear weather practice) κατά τις οποίες η εικόνα ραντάρ δύναται εύκολα να συσχετιστεί με την εικόνα της οπτικής επιτηρήσεως.

## 2.9 Έλεγχος επιστροφών από καιρικά φαινόμενα (RAIN CLUTTER)

Αναφέρθηκε ότι για τον έλεγχο των επιστροφών από καιρικά φαινόμενα (rain clutter) διατίθεται το ποτενσιόμετρο ANTI CLUTTER RAIN ή FAST TIME CONSTANT (FTC). Η επενέργειά του είναι, δια διαφορίσεως, να εμφανίζει τις εμπρόσθιες μόνο πλευρές των επιστρεφόμενων σημάτων και επομένως να εμφανίζει τους στόχους οι οποίοι ευρίσκονται εντός της περιοχής των καιρικών φαινομένων, πίσω από το εμπρόσθιο μέτωπο αυτών. Στο σχήμα 2-16 παρουσιάζεται η επενέργεια της ρυθμίσεως ANTI CLUTTER RAIN στην εικόνα ραντάρ.



Χωρίς επενέργεια ANTI CLUTTER RAIN (καιρικά φαινόμενα επικαλύπτουν την ηχώ στόχου).

Με επενέργεια ANTI CLUTTER RAIN (διακρίνεται το μέτωπο των καιρικών φαινομένων και ο στόχος όπισθεν αυτού).

Σχήμα 2-16: Αποτέλεσμα ρυθμίσεως ANTI CLUTTER RAIN

Σημειώνεται ότι ο έλεγχος των επιστροφών από καιρικά φαινόμενα με το κύκλωμα διαφορίσεως δεν είναι πάντοτε ο πλέον αποτελεσματικός. Πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος αντιμετώπισης των θαλασσιών επιστροφών και η μέθοδος αντιμετώπισης των επιστροφών από καιρικά φαινόμενα εν πολλοίς συνιστούν δύο διαφορετικές τεχνικές προσεγγίσεις για το ίδιο πρόβλημα. Ο χειριστής καλείται να επιλέξει εκείνη με την μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα για την παρούσα κατάσταση. Σε κάποιες περιπτώσεις ένας συνδυασμός και των δύο μεθόδων είναι περισσότερο ενδεδειγμένος. Κατόπιν των ανωτέρω, η απόκριση στόχων λόγω καιρικών φαινομένων δύναται να αντιμετωπιστεί ως ακολούθως:

- α. Εάν τα καιρικά φαινόμενα συμβαίνουν πλησίον του πλοίου, χρησιμοποιήσατε το ποτενσιόμετρο ANTI CLUTTER SEA με αλληπάλληλες δοκιμές.
- β. Εάν τα καιρικά φαινόμενα συμβαίνουν μακράν του πλοίου, χρησιμοποιήσατε το ποτενσιόμετρο ANTI CLUTTER RAIN μόνο, ή σε συνδυασμό με το ποτενσιόμετρο GAIN με αλληπάλληλες δοκιμές.
- γ. Εάν ο δέκτης υποφέρει από υπερβολικό κορεσμό, ενδείκνυται η χρησιμοποίηση μικρής διάρκειας παλμού, ή ακόμη καλύτερα η χρησιμοποίηση ραντάρ 10 cm (S band).

Λόγω των απωλειών διαδόσεως της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας εντός της περιοχής των καιρικών φαινομένων, είναι δυσχερής ο εντοπισμός στόχων πέρα από την περιοχή αυτή. Για εντοπισμούς στόχων πέρα από την περιοχή αυτή, συνιστάται η χρησιμοποίηση ραντάρ 10 cm (S-band) και μεγάλη διάρκεια παλμού, διότι ο μεγάλης διάρκειας παλμός περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας, η οποία αντισταθμίζει πιθανώς τις απώλειες εξ αιτίας της απορροφήσεως της ακτινοβολίας. Κατά την έρευνα για στόχους, είναι χρήσιμη η στιγμιαία ρύθμιση περισσότερου GAIN από το κανονικό, ή η ενεργοποίηση μιας δυνατότητας η οποία καλείται 'ECHO STRETCHING', εάν διατίθεται, για την οποία γίνεται λόγος στην συνέχεια.

Όλα όσα ισχύουν για τα καιρικά φαινόμενα, ισχύουν και για άλλες παρόμοιες μορφές παρασιτικών επιστροφών, όπως επιστροφές από σκόνη, ή ανεμοθύελλες κοκ. Γενικά η απόκριση από τις οποιοδήποτε είδους παρασιτικές επιστροφές και το ποσοστό απωλειών κατά την διάδοση, εξαρτώνται από το μέγεθος των σωματιδίων και την πυκνοτήτά τους, σε συνδυασμό με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.

## 2.10 Αυτόματη απόρριψη παρασιτικών επιστροφών (AUTO CLUTTER)

Αναφέρθηκε ότι για την αυτόματη απόρριψη των θαλασσίων επιστροφών (sea clutter) και των επιστροφών από καιρικά φαινόμενα (rain clutter), διατίθεται το κομβίο AUTO CLUTTER. Η επενέργειά του είναι, να προσαρμόζει αυτόματα και συνεχώς τον έλεγχο του κέρδους ενισχύσεως (adaptive gain), αναλόγως της ισχύος των επιστροφών αυτών. Αναφέρθηκε επίσης ότι όταν ο χειριστής επιλέγει χειροκίνητο έλεγχο παρασιτικών επιστροφών, τότε ο αυτόματος έλεγχος κέρδους είναι ανενεργός. Όταν επιλέγει αυτόματο έλεγχο κέρδους, τότε οι έλεγχοι κέρδους από τα ποτενσιόμετρα ANTI CLUTTER SEA και ANTI CLUTTER RAIN είναι ανενεργοί και το ποσοστό ενισχύσεως στον δέκτη προσαρμόζεται αυτόματα. Το ποτενσιόμετρο του GAIN παραμένει ωστόσο ενεργό και έτσι ο χειριστής δύναται να τοποθετήσει μία σταθερή τιμή στο GAIN, η οποία διακυμαίνεται μέσω του αυτομάτου κυκλώματος προσαρμογής αυτού.

Η αρχική ρύθμιση του GAIN πρέπει να πραγματοποιείται με απενεργοποιημένο το κομβίο AUTO CLUTTER και τα ποτενσιόμετρα ANTI CLUTTER SEA και ANTI CLUTTER RAIN σε μηδενικές τιμές. Εάν το κύκλωμα του προσαρμοζόμενου κέρδους λειτουργεί ικανοποιητικά, περαιτέρω ρύθμιση του GAIN δεν είναι απαραίτητη. Ωστόσο, όταν ο χειριστής αντιληφθεί ότι εφαρμόζεται υπερβολική μείωση στην ενίσχυση, πρέπει να ρυθμίσει το GAIN χειροκίνητα δια να επιτύχει εμφάνιση στον ενδείκτη υψηλότερου ποσοστού θορύβου με αχνά στίγματα. Έτσι αυξάνεται η πιθανότητα εντοπισμού στόχων, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Σε μερικές συσκευές, υπάρχουν ανεξάρτητα κομβία προσαρμοζόμενου κέρδους για θαλάσσιες επιστροφές και για επιστροφές καιρικών φαινομένων. Η διαφορά τους είναι, ότι για θαλάσσιες επιστροφές, η επίδραση του προσαρμοζόμενου κέρδους συμβαίνει σε πλησίον αποστάσεις, ενώ για επιστροφές από καιρικά φαινόμενα η επίδραση συμβαίνει σε όλο το μήκος της βάσεως χρόνου. Σε άλλα συστήματα, στα οποία διατίθεται ένα κομβίο και για τις δύο λειτουργίες, οι κατασκευαστές δυνατόν να διαθέτουν ένα ποτενσιόμετρο ρυθμίσεως αποστάσεως στην οποία ο αυτόματος έλεγχος επενεργεί.

Σε γενικές γραμμές το προσαρμοζόμενο κέρδος ρυθμίζεται από τον κατασκευαστή για να αντιμετωπίζει διαφόρων μορφών θαλάσσιες και από καιρικά φαινόμενα επιστροφές. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες δεν λειτουργεί ικανοποιητικά και τότε η επιδέξια ρύθμιση των ANTI CLUTTER SEA και ANTI CLUTTER RAIN, ίσως προσφέρει μεγαλύτερη πιθανότητα εντοπισμού στόχων. Πρέπει να σημειωθεί ότι εάν το κύκλωμα του προσαρμοζόμενου κέρδους δεν έχει ρυθμιστεί σωστά ή έχει διολισθήσει από την σωστή του ρύθμιση, στόχοι διαφεύγουν τον εντοπισμό. Σε περιοχές στις οποίες παρατηρείται συγκέντρωση πολλών μικρών στόχων, ο αυτόματος έλεγχος κέρδους, τους εκλαμβάνει ως ανεπιθύμητες επιστροφές και τους αποκρύπτει. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι χειροκίνητες ρυθμίσεις είναι περισσότερο αποτελεσματικές. Επίσης, ακόμη και με σωστή ρύθμιση, δυνατόν να διαφύγουν τον εντοπισμό στόχοι πλησίον του επιπέδου των παρασιτικών επιστροφών. Επομένως η χρησιμοποίηση του προσαρμοζόμενου κέρδους πρέπει να πραγματοποιείται συμπληρωματικά με τις χειροκίνητες ρυθμίσεις και δεν προορίζεται για υποκατάσταση των τελευταίων.

Τα κυκλώματα του προσαρμοζόμενου κέρδους βλέπουν τις ηχώ ξηράς όπως και τις ηχώ από καιρικά φαινόμενα. Το αποτέλεσμα είναι να εμφανίζεται η εμπρόσθια όψη της ξηράς και να αποκρύπτεται ότι ευρίσκεται πίσω. Για τον λόγο αυτόν, αναγνώριση λεπτομερειών της ακτογραμμής επιτυγχάνεται με καλύτερα αποτελέσματα όταν το κύκλωμα του προσαρμοζόμενου κέρδους είναι απενεργοποιημένο.

Για να είναι ορατές οι αποκρίσεις των ραδιοσημαντήρων (radar beacons ή RACONS), για τους οποίους γίνεται λόγος σε επόμενο κεφάλαιο, καθώς και τα σήματα PERFORMANCE MONITOR, είναι απαραίτητο να απενεργοποιούνται τα κυκλώματα του προσαρμοζόμενου κέρδους, καθόσον εκλαμβάνουν αμφότερα τα ανωτέρω σήματα ως ανεπιθύμητες επιστροφές με αποτέλεσμα τα τελευταία να αποκρύπτονται.

## 2.11 Αλλαγές κλίμακας ή και διάρκειας παλμού

Κατά την διάρκεια συνήθους φυλακής στην γέφυρα, είναι απαραίτητο από καιρού εις καιρό να μεταβάλλεται η κλίμακα αποστάσεων και τούτο δυνατόν να συμβαίνει για διάφορους λόγους.

Σε κάθε περίπτωση, έγκαιρη προειδοποίηση προσεγγίσεως άλλων στόχων, μεταβολή στην πυκνότητα της ναυτιλιακής κινήσεως ή προσέγγιση σε ακτές, πρέπει να διερευνώνται με περιοδική επιλογή μεγαλύτερης κλίμακας. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα όταν προσεγγίζονται περιοχές στις οποίες αναμένεται πυκνή ναυτιλιακή κίνηση και όταν οι πληροφορίες οι οποίες αποκτώνται από την χρήση μεγάλης κλίμακας, είναι καθοριστικές για την εκτίμηση της ασφαλούς ταχύτητας πλεύσεως.

Η αλλαγή της κλίμακας πολύ συχνά είναι συνυφασμένη με την αλλαγή διάρκειας παλμού (και PRF). Ο ακόλουθος πίνακας 2-1 παρέχει συνοπτικές συγκρίσεις επιδόσεων της συσκευής με μικρή και μεγάλη διάρκεια παλμού.

	Μικρής διάρκειας παλμός	Μεγάλης διάρκειας παλμός
Περιεχόμενο ενέργειας.	Μικρότερη ενέργεια. Χρησιμοποίηση σε μικρές κλίμακες.	Μεγαλύτερη ενέργεια. Μεγάλες αποστάσεις εντοπισμού. Χρησιμοποίηση σε μεγάλες κλίμακες και για εντοπισμούς ασθενών στόχων σε μικρές κλίμακες.
Ελάχιστη απόσταση εντοπισμού.	Μικρότερη. Χρησιμοποίηση σε μικρές κλίμακες.	Μεγαλύτερη. Χρησιμοποίηση σε μεγάλες κλίμακες στις οποίες δεν υπάρχει ενδιαφέρον για στόχους σε μικρές αποστάσεις.
Διακρίβωση αποστάσεως.	Καλή.	Πτωχή.
Μέγεθος ηχώ στον ενδείκτη.	Μικρό ίχνος κατά την ακτίνα. Ευκρίνεια εικόνας ιδιαίτερα στις μικρές κλίμακες.	Μεγάλο ίχνος κατά την ακτίνα. Πλεονέκτημα για τις μεγάλες κλίμακες. Μη καλή ευκρίνεια στις μικρές κλίμακες.
Επίδραση στις θαλάσσιες επιστροφές.	Μικρή περιοχή θαλασσίων επιστροφών λόγω μικρότερης ενέργειας και μικρότερου ίχνους κατά την ακτίνα (καλύτερη διακρίβωση). Μικρή περιοχή κορεσμού δέκτη.	Μεγάλη περιοχή θαλασσίων επιστροφών λόγω μεγάλης ενέργειας και μεγαλύτερου ίχνους κατά την ακτίνα (πτωχότερη διακρίβωση). Μεγάλη περιοχή κορεσμού δέκτη.
Επίδραση στις επιστροφές από καιρικά φαινόμενα	Βοηθά εντοπισμούς στόχων εν μέσω πυκνής βροχής / ομίχλης.	Βοηθά στην αντιμετώπιση των απωλειών κατά την διάδοση της ακτινοβολίας εν μέσω βροχής / ομίχλης και δίδει την ευκαιρία εντοπισμού στόχων πέρα από την περιοχή βροχής / ομίχλης.

Πίνακας 2-1: Συνοπτικές συγκρίσεις επιδόσεων συσκευής ραντάρ με μικρή και μεγάλη διάρκεια παλμού

Σε ορισμένες παλαιότερες τεχνολογίας συσκευές, η λαμπρότητα μεταβάλλεται με την αλλαγή της κλίμακας και της διάρκειας παλμού. Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές και ιδιαίτερα σε εκείνες οι οποίες διαθέτουν μία σταθερή βάση χρόνου, αυτό δεν συμβαίνει. Εάν κάτι τέτοιο συμβαίνει, ακολουθήσατε την παρακάτω διαδικασία για την διατήρηση βέλτιστης εικόνας:

- Θέσατε το GAIN στην μηδενική τιμή. Αυτό επιτρέπει την παρατήρηση του επιπέδου λαμπρότητας.
- Μεταβάλλατε την κλίμακα ή και την διάρκεια παλμού.
- Επαναφέρατε το επίπεδο λαμπρότητας ως απαιτείται.
- Επαναφέρατε την ρύθμιση του GAIN.

## 2.12 Επιμήκυνση ηχώ (ECHO STRETCH)

Στους συνθετικούς ενδείκτες, το γραμμικό μήκος των ηχώ κατά την έννοια της ακτίνας του ενδείκτη προσδιορίζεται από τον αριθμό των παραπλήσιων ψηφίων στις λέξεις αποστάσεως στις οποίες δηλώνεται η παρουσία των στόχων. Ορισμένα συστήματα ραντάρ διαθέτουν μία δυνατότητα με την οποία ο χειριστής, εάν το θελήσει, δύναται να κάνει τις ηχώ να εμφανίζονται με μεγαλύτερη επιμήκυνση και άρα περισσότερο καταφανείς (διακόπτης ECHO STRETCH). Οι προϋποθέσεις για αυτήν την επιμήκυνση διαφέρουν στους διάφορους κατασκευαστές αλλά πολύ γενικά η δυνατότητα είναι ενεργή:

- Στις μεγαλύτερες κλίμακες.
- Σε στόχους πέρα από μία προ-τοποθετημένη ελάχιστη απόσταση.
- Σε στόχους στους οποίους το γραμμικό μήκος υπερβαίνει μία δεδομένη διάρκεια (αποφεύγεται έτσι επιμήκυνση σε ηχώ από θορύβους).

Αυτή η δυνατότητα είναι εξαιρετικά χρήσιμη στην προσπάθεια πρώτου εντοπισμού ξηράς σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Μετά τον εντοπισμό προέχει η αναγνώριση, οπότε η δυνατότητα επιμηκύνσεως πρέπει να απενεργοποιείται, δεδομένου ότι προκαλεί παραμορφώσεις στην εικόνα.

### 2.13 Κατάσταση ετοιμότητας (STANDBY)

Οι προδιαγραφές του IMO απαιτούν οι συσκευές ραντάρ να διαθέτουν μία κατάσταση STANDBY από την οποία να μεταπίπτουν σε επιχειρησιακή λειτουργία μέσα σε 15 sec. Στους διάφορους κατασκευαστές η κατάσταση STANDBY διερμηνεύεται ποικιλοτρόπως. Πάντως σε όλες τις συσκευές, η κατάσταση STANDBY αποτρέπει τις εκπομπές. Η συσκευή είναι σχεδόν άμεσα έτοιμη για επιχειρησιακή χρήση και παράλληλα, κρίσιμα μικροκυματικά εξαρτήματα δεν λειτουργούν εξασφαλίζοντας έτσι μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και μεγαλύτερη αξιοπιστία εξασφαλίζεται με συνεχόμενη λειτουργία της συσκευής στην κατάσταση STANDBY και όχι με την συχνή ενεργοποίηση και απενεργοποίηση. Έτσι σε περιόδους αμφιβόλου ορατότητας, είναι προτιμότερο να αφήνεται η συσκευή σε πλήρη λειτουργία ή στην κατάσταση STANDBY.

Εάν η συσκευή παραμένει στην κατάσταση STANDBY για μία μικρή περίοδο, οι ρυθμίσεις συνιστάται να αφήνονται στις βέλτιστες τιμές, αλλά όταν η συσκευή επανέλθει στην επιχειρησιακή της λειτουργία, οι ρυθμίσεις πρέπει να ελέγχονται εκ νέου.

### 2.14 Αληθής κίνηση (TRUE MOTION)

Στην παρουσίαση της εικόνας με αληθή κίνηση, το κέντρο της σαρώσεως κινείται προς την κατεύθυνση και με τον ρυθμό της αληθούς κινήσεως του πλοίου. Τα στοιχεία εισόδου (πορεία και ταχύτητα πλοίου) τα οποία ελέγχουν την κίνηση του κέντρου της σαρώσεως, δυνατόν να μετρούνται ως προς το νερό ή ως προς τον βυθό. Εάν μετρούνται ως προς το νερό, η εικόνα λέγεται ότι είναι σταθεροποιημένη ως προς το νερό (sea stabilized) και οι στόχοι εμφανίζονται να κινούνται ως προς το νερό. Εάν τα στοιχεία εισόδου μετρούνται ως προς τον βυθό, η εικόνα λέγεται ότι είναι σταθεροποιημένη ως προς τον βυθό (ground stabilized) και οι στόχοι εμφανίζονται να κινούνται ως προς τον βυθό.

Τα χαρακτηριστικά των διαφόρων τρόπων παρουσιάσεως της εικόνας καθώς και οι περιορισμοί τους, εξετάζονται στην συνέχεια. Επίσης περιγράφεται η πρακτική διαδικασία για την απόκτηση εικόνας αληθούς κινήσεως.

#### 2.14.1 Ρύθμιση για παρουσίαση αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το νερό

Διαδικασία:

- α. Ελέγξατε ότι η εικόνα είναι σταθεροποιημένη με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα (NORTH UP ή COURSE UP).
- β. Ελέγξατε ότι ο δίσκος διοπτύσεων (εάν υπάρχει) είναι σωστά ευθυγραμμισμένος (η γραμμή της πλήρης πρέπει να δείχνει στον βαθμολογημένο δίσκο διοπτύσεων την τηρούμενη πορεία).
- γ. Επιλέξατε TRUE MOTION.
- δ. Επιλέξατε είσοδο ταχύτητας πλοίου από το δρομόμετρο ή χειροκίνητα. Ελέγξατε ότι το δρομόμετρο δείχνει την σωστή τιμή της ταχύτητας ή ότι η τοποθετημένη τιμή της ταχύτητας αντιπροσωπεύει την ταχύτητα του πλοίου ως προς το νερό.
- ε. Ρυθμίσατε το κέντρο της σαρώσεως σε σημείο κατάλληλο για καλύτερη εποπτεία της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη την προχώρηση του πλοίου.
- ζ. Αρχίσατε συστηματική υποτίπωση του κέντρου της σαρώσεως προς επιβεβαίωση ότι η κατεύθυνση προχωρήσεως και ο ρυθμός προχωρήσεως αντιπροσωπεύουν την προχώρηση του πλοίου ως προς το νερό. Η αληθής κίνηση είναι τόσο ακριβής και πιστή, όσο σωστά είναι τα στοιχεία εισόδου με τα οποία τροφοδοτείται η συσκευή.



- η. Να είστε έτοιμοι για επανατοποθέτηση του κέντρου της σαρώσεως (εάν αυτό δεν συμβαίνει αυτόματα), καθώς αυτό θα μετατοπίζεται με την προχώρηση του πλοίου, με αποτέλεσμα να μειώνεται η περιοχή έρευνας σε εμπρόσθιους τομείς.
- θ. Μετά την επανατοποθέτηση του κέντρου της σαρώσεως, ελέγξατε εκ νέου την προχώρησή του με υποτύπωση.

### 2.14.2 Ρύθμιση για παρουσίαση αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό

Διαδικασία:

- α. Προβείτε σε ρυθμίσεις για σταθεροποίηση εικόνας ως προς το νερό.
- β. Υποτυπώσατε έναν μεμονωμένο στόχο ξηράς και υπολογίσατε τα στοιχεία του ρεύματος. (Ο στόχος ξηράς εμφανίζεται να κινείται αντίθετα με την κατεύθυνση του ρεύματος και με την ίδια ταχύτητα του ρεύματος).
- γ. Τοποθετήσατε τις τιμές πορείας / ταχύτητας του ρεύματος με τα κομβία DRIFT CONTROL ή TIDAL CORRECTION (DRIFT DIRECTION – DRIFT SPEED) ή τοποθετήσατε τις τιμές COURSE / SPEED MADE GOOD ή τροφοδοτήσατε την συσκευή με είσοδο από δρομόμετρο Doppler, εφόσον διατίθεται.
- δ. Συνεχίσατε την συστηματική υποτύπωση του στόχου ξηράς προς επιβεβαίωση ότι παραμένει αμετακίνητος στον ενδείκτη. Μεταβάλλατε τις παραπάνω τιμές πορείας / ταχύτητας ρεύματος, για να αντισταθμίσετε ελαφρά μετατόπιση της ηχώ του στόχου ξηράς στον ενδείκτη.
- ε. Συνεχίσατε την συστηματική υποτύπωση του κέντρου της σαρώσεως, προς επιβεβαίωση ότι η κατεύθυνση προχωρήσεως και ο ρυθμός προχωρήσεως αντιπροσωπεύουν την προχώρηση του πλοίου ως προς τον βυθό.

Να σημειωθεί ότι οι τιμές του ρεύματος της περιοχής δυνατόν να μεταβάλλονται συνεχώς κατά την προχώρηση του πλοίου καθώς μεταβάλλεται η παλίρροια και τούτο συνιστά μια σημαντική πρακτική αδυναμία στην διατήρηση της αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό. Αυτή η αδυναμία δυνατόν να μη ισχύει εφόσον διατίθεται δρομόμετρο Doppler. Το αυτό ισχύει και όταν η συσκευή είναι διασυνδεδεμένη με δορυφορικό δέκτη προσδιορισμού στίγματος (πχ GPS), καθόσον τότε της παρέχονται τα στοιχεία COG (course over ground) και SOG (speed over ground). Πάντως πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ένας δορυφορικός δέκτης δεν μετρά απ' ευθείας τα στοιχεία COG και SOG αλλά τα υπολογίζει επί τη βάση διαδοχικών στιγμάτων. Εάν για διάφορους λόγους οι μετρήσεις των διαδοχικών στιγμάτων παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις, τα στοιχεία αυτά θα είναι λανθασμένα.

### 2.15 Προσανατολισμός εικόνας ραντάρ

Στα ναυτιλιακά ραντάρ ο χειριστής έχει την δυνατότητα να επιλέξει τον προσανατολισμό (orientation) της εικόνας καθώς και το σημείο αναφοράς σύμφωνα με το οποίο εμφανίζονται να κινούνται οι στόχοι στον ενδείκτη. Με την λέξη 'προσανατολισμός' εννοείται η επιλογή της κατευθύνσεως στην οποία ευθυγραμμίζεται η γραμμή πλήρης. Δυνατότητες προσανατολισμού εικόνας διακρίνονται:

- Με την πλήρη άνω (HEAD UP (un-stabilized))
- Με τον βορρά άνω (NORTH UP (stabilized))
- Με την πορεία άνω (COURSE UP (stabilized))

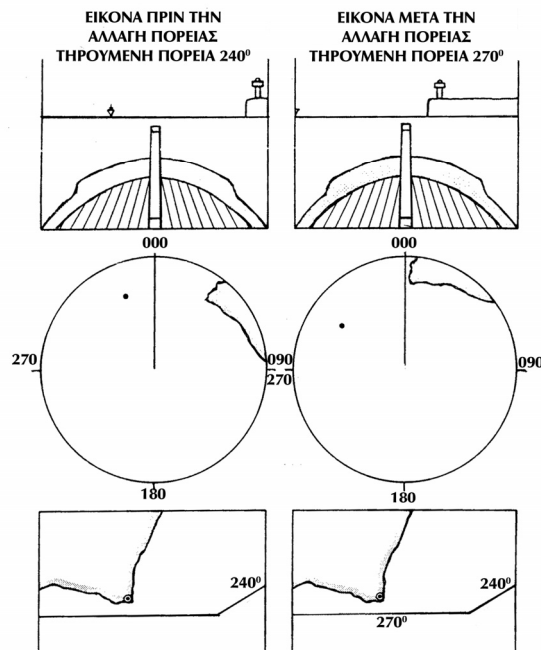
Δυνατότητες φαινόμενης κινήσεως των στόχων διακρίνονται:

- Σχετική κίνηση (RELATIVE MOTION)
- Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως το νερό (TRUE MOTION – sea stabilized)
- Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό (TRUE MOTION – ground stabilized)

Για εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων στα οποία στηρίζονται αποφάσεις για ασφαλή ναυσιπλοΐα και αποφυγή συγκρούσεων, ο ναυτιλόμενος πρέπει, αφενός να δύναται να διερμηνεύσει πλήρως την εικόνα ραντάρ δια συσχέτισμού της με την οπτική εικόνα και την τοπογραφία της περιοχής από τον ναυτιλιακό χάρτη, σε κάθε έναν από τους παραπάνω προσανατολισμούς και αφετέρου να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο εμφανίζονται να κινούνται οι στόχοι σε κάθε μία από τις παραπάνω σχετικές επιλογές.

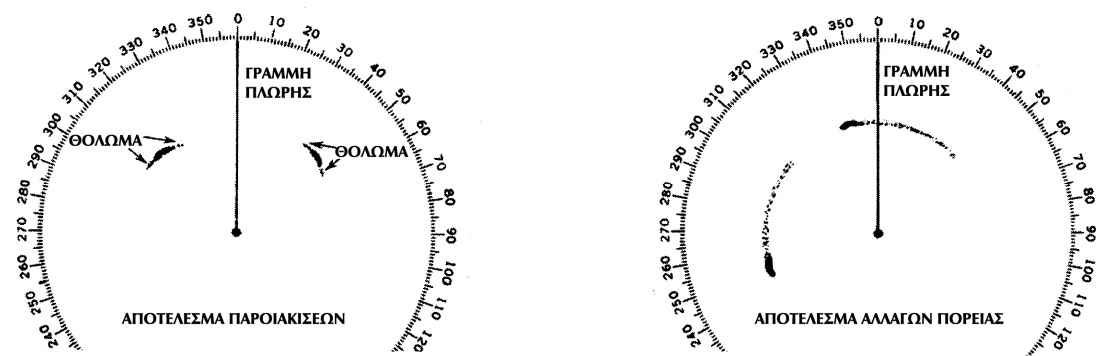
### 2.15.1 Προσανατολισμός με την πλώρη άνω (HEAD UP (un-stabilized))

Στον προσανατολισμό HEAD UP, η γραμμή πλώρης αγκιστρώνεται στην κορυφή του ενδείκτη ανεξάρτητα από την πορεία την οποία τηρεί το πλοίο και δείχνει την ένδειξη 000° στην βαθμολογημένη κλίμακα διοπτεύσεων (σχήμα 2-17). Επειδή η εικόνα ραντάρ δεν σταθεροποιείται με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα, η γραμμή πλώρης παραμένει πάντοτε αγκιστρωμένη στην κορυφή του ενδείκτη. Το πλέον σημαντικό χαρακτηριστικό αυτού του προσανατολισμού, είναι ότι σε κάθε αλλαγή πορείας, η εικόνα στον ενδείκτη περιστρέφεται εξ ίσου κατά την αντίθετη φορά. Αυτό δίνει αφορμή να προκύπτουν τα ακόλουθα μειονεκτήματα:



Σχήμα 2-17: Προσανατολισμός εικόνας HEAD UP (un-stabilized)

- α. Όταν το πλοίο δεν τηρεί απόλυτα σταθερή πορεία και παρατιμονεύει, η εικόνα ραντάρ θολώνει, διότι μικρές γωνιακές μετατοπίσεις υπερτίθενται στην εικόνα. Αυτό δυσχεραίνει στην λήψη ακριβούς διοπτεύσεως (σχετικής). Οι μετρούμενες σχετικές διοπτεύσεις μετατρέπονται σε αληθείς, δια προσθέσεως της στιγμιαίας πορείας του πλοίου, η οποία πρέπει να σημειώνεται κάθε φορά, ή οι σχετικές διοπτεύσεις να λαμβάνονται όταν το πλοίο τηρείται επακριβώς στην πορεία του (προς διευκόλυνση λήψεως διοπτεύσεων, ο πηδαλιούχος εκφωνεί 'τοπ' την στιγμή κατά την οποία το πλοίο διέρχεται από την ακριβή πορεία του). Σε ορισμένες συσκευές είναι δυνατόν ο δακτύλιος διοπτεύσεων να περιστρέφεται χειροκίνητα, ώστε η γραμμή πλώρης να δείχνει την στιγμιαία πορεία του πλοίου. Αυτό διευκολύνει την μετατροπή των διοπτεύσεων από σχετικές σε αληθείς.
- β. Όσο διαρκεί μία αλλαγή πορείας, επειδή η εικόνα περιστρέφεται αντίστροφα, περιοχές ξηράς και στόχοι, λόγω της παραμένουσας λαμπρότητας του ενδείκτη, αφήνουν πίσω τους φωτεινούς λεκέδες οι οποίοι αποκρύπτουν άλλους στόχους και δυσχεραίνουν την αναγνώριση των χαρακτηριστικών της ακτογραμμής. Στο σχήμα 2-18 παρουσιάζεται το αποτέλεσμα των παροιακίσεων και αλλαγών πορείας.



Σχήμα 2-18: Αποτέλεσμα παροιακίσεων και αλλαγών πορείας στον προσανατολισμό head-up

- γ. Λόγω των μικρών γωνιακών μετατοπίσεων της εικόνας, δεν είναι δυνατή η εκτίμηση της κατευθύνσεως προς την οποία κινούνται οι στόχοι, από το ίχνος των απονέρων τους. Κατά τις αλλαγές πορείας του πλοίου, το ίχνος των απονέρων περιστρέφεται με την περιστροφή της εικόνας. Συμπεράσματα για την κίνηση των στόχων από την παρατήρηση του ίχνους των απονέρων σε αυτήν την περίπτωση πιθανόν να είναι εσφαλμένα.
- δ. Η έλλειψη σταθεροποίησης της εικόνας με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα, αποδυναμώνει την αποτελεσματικότητα της υποτυπώσεως στόχων στον ανακλαστικό υποτυπωτή (reflection plotter). Η επιφάνεια του ανακλαστικού υποτυπωτή δυνατόν να είναι σταθερή ή περιστρεφόμενη χειροκίνητα. Ο χειριστής πρέπει να υποτυπώνει, είτε όταν το πλοίο τηρείται ακριβώς στην πορεία του (χωρίς παρατιμονιές), είτε αφού περιστρέψει τον ανακλαστικό υποτυπωτή κατά την αντίθετη φορά. Το τελευταίο συνιστά μία επίπονη διαδικασία η οποία συν τοις άλλοις απαιτεί επιδεξιότητα, εμπειρία και συγκέντρωση. Η υποτύπωση στον ενδείκτη, δυνατόν να οδηγήσει σε εσφαλμένα συμπεράσματα σε αυτήν την περίπτωση, όταν ο χειριστής δεν λάβει σοβαρά υπόψη του τις αλλαγές πορείας ή τις παρατιμονιές.

Υπάρχει μόνο ένα σημαντικό πλεονέκτημα από την χρησιμοποίηση αυτού του προσανατολισμού. Η εικόνα ραντάρ, άμεσα ταυτίζεται με την εικόνα της οπτικής επιτηρήσεως έξω από τα παράθυρα της γέφυρας. Το πλεονέκτημα αυτό είναι υποκειμενικό. Πολλοί ναυτιλόμενοι ευρίσκουν χρήσιμο τον προσανατολισμό αυτόν όταν πλέουν σε περιορισμένα ύδατα, λόγω της αμεσότητας στην διαδικασία διερμηνεύσεως της εικόνας ραντάρ με την τοπογραφία της περιοχής. Επίσης, πολλοί πλοηγοί προτιμούν αυτόν τον προσανατολισμό, όταν πλέουν σε στενούς διαύλους και εισόδους λιμένων, θεωρώντας τις γωνιακές μετατοπίσεις της εικόνας ως δευτερευούσης σημασίας.

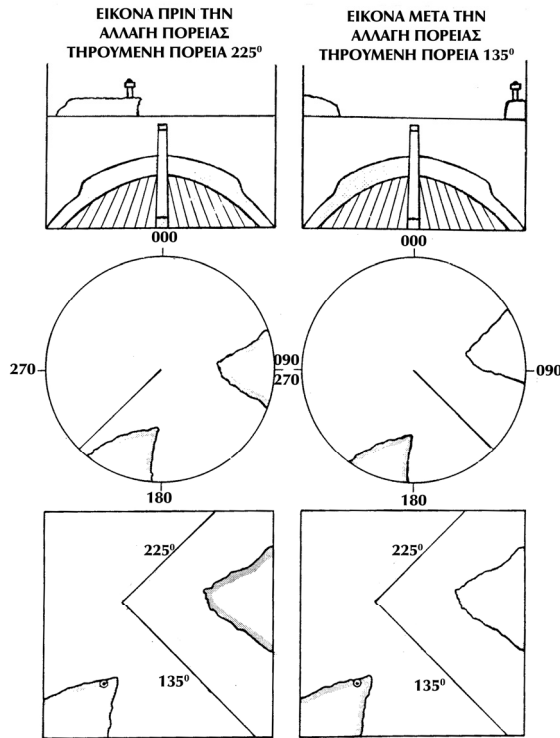
Στον προσανατολισμό HEAD UP, η είσοδος σήματος από την γυροπυξίδα, δυνατόν εναλλακτικά να προσανατολίζει την βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων ως προς τον βορρά. Σε αυτή την περίπτωση, η γραμμή πλώρης παραμένει μεν αγκιστρωμένη στην κορυφή του ενδείκτη, αλλά δείχνει την πορεία του πλοίου στην βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων και οι μετρούμενες διοπτύσεις είναι αληθείς. Κατά τις αλλαγές πορείας, η εικόνα στον ενδείκτη περιστρέφεται κατά την αντίθετη φορά μαζί με την βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων. Προς τούτο ενεργοποιείται διακόπτης ο οποίος φέρει συνήθως την επιγραφή 'AZIMUTH RING STABILISED ή BEARING RING STABILIZED'.

### 2.15.2 Προσανατολισμός με τον βορρά άνω (NORTH UP (stabilized))

Στον προσανατολισμό NORTH UP, η γραμμή πλώρης ευθυγραμμίζεται στην ένδειξη της κλίμακας διοπτύσεων η οποία αντιπροσωπεύει την αληθή πορεία του πλοίου (σχήμα 2-19). Αποτέλεσμα είναι η ένδειξη 000° στην κλίμακα διοπτύσεων να αντιπροσωπεύει την διεύθυνση του αληθούς βορρά στην κορυφή του ενδείκτη.

Λόγω της σταθεροποίησης της εικόνας με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα, κάθε αλλαγή πορείας προκαλεί αντίστοιχη περιστροφή της γραμμής πλώρης και όχι της εικόνας ραντάρ, ώστε πάντοτε ο αληθής

βορράς να ευρίσκεται στην ένδειξη 000° της σταθερής κλίμακας διοπτρεύσεων στην κορυφή του ενδείκτη. Οι γωνιακές μετατοπίσεις της εικόνας οι οποίες είναι τόσο χαρακτηριστικές στον προσανατολισμό HEAD UP, εκμηδενίζονται μαζί με όλα τα μειονεκτήματα τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω.



Σχήμα 2-19: Προσανατολισμός εικόνας NORTH UP (stabilized)

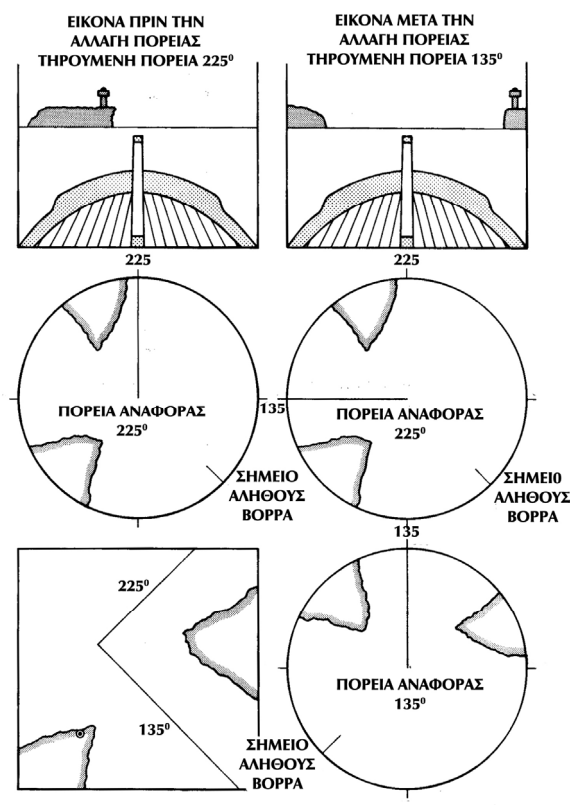
Η εικόνα ραντάρ άμεσα ταυτίζεται με την εικόνα του ναυτιλιακού χάρτη της περιοχής και αυτό θεωρείται σημαντικό πλεονέκτημα από τους νεότερους συνήθως ναυτιλόμενους. Πάντως ορισμένοι δεν ευρίσκουν χρήσιμο αυτόν τον προσανατολισμό ιδίως όταν το πλοίο πλέει με νότιες πορείες ή σε περιορισμένα ύδατα. Πρέπει να τονιστεί ότι η σταθεροποίηση με σήμα εισόδου από την γυροπυξίδα είναι υποχρεωτική στον προσανατολισμό NORTH UP.

### 2.15.3 Προσανατολισμός με την πορεία άνω (COURSE UP (stabilized))

Στον προσανατολισμό COURSE UP, η γραμμή πλήρης ευθυγραμμίζεται στην κορυφή του ενδείκτη και δείχνει την ένδειξη της αληθούς πορείας του πλοίου στην βαθμολογημένη κλίμακα, την στιγμή κατά την οποία το πλοίο τηρεί την παρούσα πορεία χωρίς παρατιμονίες (σχήμα 2-20).

Λόγω της σταθεροποίησης της εικόνας με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα, κάθε αλλαγή πορείας, προκαλεί αντίστοιχη περιστροφή της γραμμής πλήρης, ώστε η ένδειξη της προηγούμενης πορείας, η οποία θεωρείται πορεία αναφοράς, να παραμένει στην κορυφή του ενδείκτη. Όπως και στον προσανατολισμό NORTH UP, οι γωνιακές μετατοπίσεις της εικόνας εκμηδενίζονται μαζί με όλα τα μειονεκτήματα του προσανατολισμού HEAD UP.

Όταν το πλοίο δεν παρεκκλίνει σημαντικά από την πορεία αναφοράς, η εικόνα ραντάρ άμεσα ταυτίζεται με την εικόνα της οπτικής επιτηρήσεως έξω από τα παράθυρα της γέφυρας. Όταν το πλοίο εκτελεί σημαντική αλλαγή πορείας, ο προσανατολισμός παύει να είναι COURSE UP και η εικόνα παραμένει προσανατολισμένη στην προηγούμενη πορεία αναφοράς. Η εικόνα δύναται να προσανατολιστεί στην νέα πορεία, ώστε η γραμμή πλήρης να επανέλθει στην κορυφή με την ενεργοποίηση ενός προς τούτο κομβίου. Οι νεότερης τεχνολογίας συσκευές εμφανίζουν ένα σύμβολο στην θέση του αληθούς βορρά ώστε να είναι περισσότερο ευχερής η διεργασία της εικόνας.



Σχήμα 2-20: Προσανατολισμός εικόνας COURSE UP (stabilized)

Στους προσανατολισμούς NORTH UP και COURSE UP, η γραμμή πλήρης πρέπει να δείχνει στην βαθμολογημένη κλίμακα διοπτρεύσεων την πορεία του πλοίου και να ακολουθεί τις αλλαγές της πορείας του πλοίου. Συχνός έλεγχος πρέπει να πραγματοποιείται προς τούτο.

#### 2.15.4 Σύγκριση προσανατολισμών εικόνας ραντάρ

Σε κάθε προσανατολισμό, ο χειριστής καλείται να διερμηνεύσει την εικόνα ραντάρ. Συνοπτικά οι δυνατότητες και αδυναμίες οι οποίες προσφέρονται από τους τρεις προσανατολισμούς, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα 2-2.

Δυνατότητα	Head up un-stabilized	North up stabilized	Course up stabilized
Γωνιακές μετατοπίσεις εικόνας στις αλλαγές πορείας ή παρατιμονιές.	Ναι: προκαλούν συγκεχυμένη εικόνα.	Όχι.	Όχι.
Μέτρηση διοπτρεύσεως.	Διαδικασία αργή και δυσχερής.	Άμεσα.	Άμεσα.
Υποτύπωση σε ανακλαστικό υποτυπωτή.	Ασυνέχεια υποτυπώσεως.	Πλήρης συμβατότητα.	Πλήρης συμβατότητα.
Διατάραξη ίχνους απόνερων στόχων στις αλλαγές πορείας ή παρατιμονιές.	Ναι: προκαλούν λανθασμένες εντυπώσεις για την κίνηση των στόχων.	Όχι.	Όχι.
Ταύτιση με οπτική εικόνα.	Τέλεια.	Όχι προφανής.	Σχεδόν τέλεια, πλην μεγάλης αλλαγής πορείας.

Ταύτιση με ναυτιλιακό χάρτη.	Όχι προφανής.	Τέλεια.	Όχι προφανής.
------------------------------	---------------	---------	---------------

Πίνακας 2-2: Συνοπτικά χαρακτηριστικά προσανατολισμών εικόνας

## 2.16 Παρουσίαση εικόνας

Για την παρουσίαση της εικόνας προσφέρονται τρεις δυνατότητες:

- α. Σχετική κίνηση (RELATIVE MOTION) (αναφορικά με το πλοίο).
- β. Αληθής κίνηση, με σταθεροποίηση ως προς το νερό (TRUE MOTION – sea stabilized).
- γ. Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό (TRUE MOTION – ground stabilized).

### 2.16.1 Σχετική κίνηση (RELATIVE MOTION)

Κατά την σχετική κίνηση, το κέντρο της σαρώσεως (το οποίο αντιπροσωπεύει την θέση του πλοίου) ευρίσκεται σε σταθερή θέση και η κίνηση των στόχων παρουσιάζεται με το πλοίο θεωρούμενο ακίνητο (σχήμα 2-21α). Για την κατανόηση της σχετικής κινήσεως σημειώνονται τα παρακάτω θεμελιώδη χαρακτηριστικά:

- α. Η ηχώ ενός στόχου ξηράς ή ενός στόχου αγκυροβολημένου (ακίνητου ως προς τον βυθό), διαγράφει ίχνος επί της οθόνης προς μία κατεύθυνση αντίθετη της πορείας του πλοίου ως προς τον βυθό και με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του πλοίου ως προς τον βυθό. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι εκμεταλλεύσιμο στην τυφλή πλοήγηση με παράλληλες γραμμές, όπως εξηγείται σε επόμενο κεφάλαιο. Ως εκ τούτου όταν υπάρχει ρεύμα στην περιοχή, το ίχνος υποτυπώσεως ενός στόχου ξηράς δεν είναι παράλληλο με την γραμμή της πλώρης.
- β. Η ηχώ ενός στόχου ο οποίος κινείται, διαγράφει ίχνος επί της οθόνης προς μία διεύθυνση και ταχύτητα συνισταμένη (διανυσματικό άθροισμα) της κινήσεως του στόχου ως προς το νερό και της κινήσεως του πλοίου ως προς το νερό. Έτσι είναι αδύνατο με μία απλή παρατήρηση στον ενδείκτη να εξαχθούν συμπεράσματα για την πορεία και ταχύτητα του στόχου. Επειδή στην σχετική κίνηση το κέντρο της σαρώσεως παραμένει αμετακίνητο, από το ίχνος του στόχου δύναται να εκτιμηθεί η επικίνδυνη ή μη προσέγγιση του στόχου και πιο συγκεκριμένα, η εγγύτερη απόσταση διελεύσεως (closest point of approach (CPA), ο χρόνος στον οποίο αυτό θα συμβεί (time to CPA (TCPA)), η απόσταση διελεύσεως από την πλώρη (bow cross range (BCR)) ή πρύμνη κοκ.
- γ. Η ηχώ ενός στόχου κρατημένου, διαγράφει ίχνος επί της οθόνης προς μία διεύθυνση αντίθετη της πορείας του πλοίου, με ταχύτητα ίση με εκείνη του πλοίου ως προς το νερό. Ως εκ τούτου, ανεξάρτητα εάν υπάρχει ρεύμα στην περιοχή, το ίχνος υποτυπώσεως ενός κρατημένου στόχου είναι παράλληλο με την γραμμή της πλώρης.

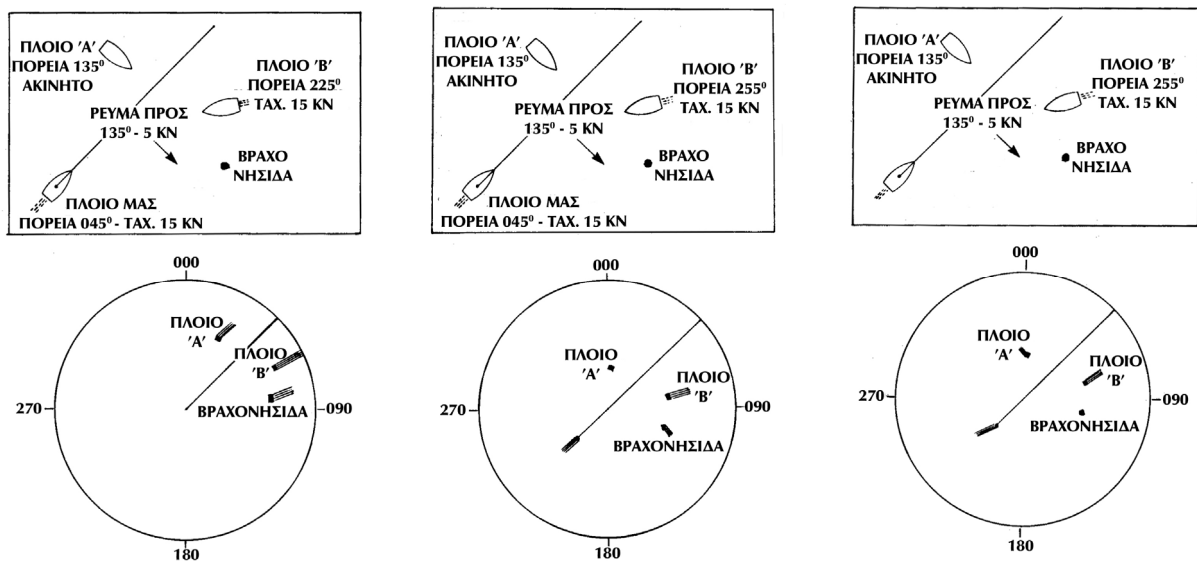
Σε περίπτωση μη υπάρξεως ρεύματος ή παλίρροιας στην περιοχή, η συμπεριφορά των στόχων στις περιπτώσεις 'α' και 'γ' είναι ίδιες. Το σχήμα 2-21α παρουσιάζει το κέντρο της σαρώσεως στο κέντρο του ενδείκτη. Ωστόσο, είναι δυνατή η αποκέντρωση της βάσεως χρόνου. Σε κάθε περίπτωση πάντως, η σχετική κίνηση απαιτεί το κέντρο της σαρώσεως να παραμένει σε σταθερή θέση στον ενδείκτη.

### 2.16.2 Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το νερό (TRUE MOTION-sea stabilized)

Στην αληθή κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το νερό, το κέντρο της σαρώσεως διαγράφει ίχνος επί της οθόνης προς μία κατεύθυνση και με τον ρυθμό της αληθούς κινήσεως του πλοίου ως προς το νερό (σχήμα 2-21β). Για την κατανόηση της αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το νερό, σημειώνονται τα παρακάτω θεμελιώδη χαρακτηριστικά:

- α. Το ίχνος υποτυπώσεως του κέντρου της σαρώσεως ευρίσκεται σε ευθυγράμμιση με την γραμμή πλώρης όταν το πλοίο τηρεί σταθερή πορεία.

- β. Η ηχώ ενός στόχου ξηράς ή ενός στόχου αγκυροβολημένου (ακίνητου ως προς τον βυθό) διαγράφει ίχνος επί της οθόνης προς μία κατεύθυνση αντίθετη από την κατεύθυνση του ρεύματος της περιοχής και με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του ρεύματος.
- γ. Η ηχώ ενός στόχου ο οποίος κινείται, διαγράφει ίχνος επί της οθόνης, προς μία κατεύθυνση και με τον ρυθμό της αληθούς κινήσεως του στόχου ως προς το νερό, δηλαδή το ίχνος αυτό, φανερώνει την αληθή πορεία και ταχύτητα του στόχου ως προς το νερό.
- δ. Η ηχώ ενός στόχου κρατημένου (ακίνητου στο νερό) παραμένει σε σταθερή θέση επί της οθόνης ανεξαρτήτως υπάρξεως ρεύματος στην περιοχή.



(α) Σχετική κίνηση

(β) Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το νερό

(γ) Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό

Σχήμα 2-21: Παρουσίαση εικόνας

### 2.16.3 Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό (TRUE MOTION-ground stabilized)

Στην αληθή κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό, το κέντρο της σαρώσεως διαγράφει ίχνος επί της οθόνης προς μία κατεύθυνση και με τον ρυθμό της κινήσεως του πλοίου ως προς τον βυθό (σχήμα 2-21γ). Για την κατανόηση της αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό σημειώνονται τα παρακάτω θεμελιώδη χαρακτηριστικά:

- α. Το ίχνος υποτυπώσεως του κέντρου της σαρώσεως δεν ευρίσκεται σε ευθυγράμμιση με την γραμμή πλήρης όταν υπάρχει ρεύμα στην περιοχή.
- β. Η ηχώ ενός στόχου ξηράς ή ενός στόχου αγκυροβολημένου (ακίνητου ως προς τον βυθό) παραμένει σε σταθερή θέση επί της οθόνης.
- γ. Η ηχώ ενός στόχου ο οποίος κινείται, διαγράφει ίχνος επί της οθόνης, προς μία κατεύθυνση και με τον ρυθμό της κινήσεως του στόχου ως προς τον βυθό. Είναι απαραίτητο να κατανοηθεί σε αυτό το σημείο ότι το διαγραφόμενο ίχνος δεν φανερώνει την πορεία του στόχου, με άλλα λόγια δεν φανερώνει την κατεύθυνση στην οποία είναι εστραμμένη η πλήρη του.
- δ. Η ηχώ ενός στόχου κρατημένου (ακίνητου στο νερό) διαγράφει ίχνος επί της οθόνης, προς μία κατεύθυνση και με τον ρυθμό κινήσεως του ρεύματος της περιοχής.

Αληθής κίνηση ως προς το νερό ή ως προς τον βυθό δεν δύναται να επιτευχθεί χωρίς σταθεροποίηση με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα. Επομένως δεν είναι δυνατή η αληθής κίνηση με προσανατολισμό HEAD UP.

Να σημειωθεί ότι κατά την αληθή κίνηση όταν το κέντρο της σαρώσεως προχωρήσει αρκετά και η έρευνα σε πρωραίους τομείς περιορίζεται, απαιτείται επανατοποθέτησή του (RESET).

Η πιστή υλοποίηση της αληθούς κινήσεως ως προς το νερό ή ως προς το βυθό, με τα περιγραφέντα χαρακτηριστικά, εξαρτάται από το πόσο πιστά το κέντρο της σαρώσεως διαγράφει το ίχνος της προχωρήσεως του πλοίου ως προς το νερό ή ως προς το βυθό. Προς τούτο είναι απαραίτητη η ενδεδειγμένη υποτύπωση του κέντρου της σαρώσεως ώστε να εξασφαλίζεται αυτή η απαίτηση. Απαιτείται επίσης προσοχή στο ενδεχόμενο λανθασμένων στοιχείων εισόδου, από την γυροπυξίδα και κυρίως από το δρομόμετρο.

#### **2.16.4 Σύγκριση παρουσιάσεων εικόνας**

Η επιλογή του τρόπου παρουσιάσεως της εικόνας ραντάρ είναι συνυφασμένη με τις εφαρμοζόμενες τεχνικές για την αποφυγή συγκρούσεων και για την πλοήγηση με ραντάρ. Οι τεχνικές αυτές προϋποθέτουν ευκολία στις μετρήσεις καθώς και στην υποτύπωση στόχων. Όσον αφορά την μέτρηση διοπτύσεων και αποστάσεων, δεν υπάρχει καμία διαφοροποίηση μεταξύ της επιλογής σχετικής κινήσεως ή αληθούς κινήσεως ως προς το νερό ή ως προς τον βυθό. Σε ορισμένα παλαιότερα τεχνολογία ραντάρ ωστόσο, ο δρομέας διοπτύσεων (PERSPEX CURSOR) δεν δύναται να χρησιμοποιηθεί με αποκέντρωση της βάσεως χρόνου, πλην της περιπτώσεως κατά την οποία φέρονται παράλληλες γραμμές (βλέπε σχήμα 2-2).

Όσον αφορά την υποτύπωση στόχων, δηλαδή πως οι στόχοι εμφανίζονται να κινούνται, έχει ενδιαφέρον να συγκριθεί η αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το νερό, αρχικά, με την σχετική κίνηση και στην συνέχεια με την αληθή κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό. Η απ' ευθείας σύγκριση μεταξύ της σχετικής κινήσεως και της αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό δεν παρουσιάζει πρακτική αξία.

#### **Σύγκριση μεταξύ αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το νερό και σχετικής κινήσεως**

Η κατανόηση και η διερμηνυση μίας εικόνας αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το νερό έναντι μίας εικόνας σχετικής κινήσεως, έχει μέγιστη αξία στην αποφυγή συγκρούσεων και στην ναυσιπλοΐα. Προς τούτο σημειώνονται τα ακόλουθα:

- α. Κατά τον πλου σε περιοχή με μεγάλη ναυτιλιακή κίνηση με περιορισμένη ορατότητα, είναι απαραίτητο να διαπιστωθεί πρώτιστα και έγκαιρα εάν κάποιος στόχος προσεγγίζει επικίνδυνα το πλοίο και εάν τούτο συμβαίνει, πρέπει να εκτιμηθεί η πορεία (ή η όψη του στόχου) ώστε να αποφασιστεί ο κατάλληλος χειρισμός αποφυγής. Οι δύο παρουσιάσεις της εικόνας οι οποίες εξετάζονται, είναι συμπληρωματικές αναφορικά με τις παραπάνω απαιτήσεις. Η σχετική κίνηση εμφανίζει με απλή παρατήρηση αρκετά έγκαιρη ένδειξη της εγγυτέρας αποστάσεως διελεύσεως του στόχου, ενώ η αληθής κίνηση εμφανίζει με απλή παρατήρηση την πορεία του στόχου ή και την όψη του (αν δείχνει κόκκινο ή πράσινο πλοϊκό φως).
- β. Η φαινόμενη κίνηση ενός στόχου σε ενδεικτική σχετικής κινήσεως είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού των κινήσεων του στόχου και του πλοίου. Τούτο σημαίνει ότι όταν ο στόχος αλλάξει πορεία ή και ταχύτητα, η αλλαγή την οποία παρατηρεί το πλοίο στην σχετική κίνηση του στόχου δεν φανερώνει το μέγεθος της αλλαγής την οποία πραγματοποίησε ο στόχος. Όταν το πλοίο αλλάξει πορεία ή και ταχύτητα, δίδεται η εντύπωση ότι ο στόχος (και όλοι οι στόχοι) αλλάζουν. Το πιθανό ερώτημα είναι: μήπως η αλλαγή στην φαινόμενη κίνηση του στόχου προκαλείται όχι μόνο από τον χειρισμό του πλοίου, αλλά συγχρόνως και από έναν τυχόν ταυτόχρονο χειρισμό του στόχου, ο οποίος πιθανώς να αναιρεί τον χειρισμό του πλοίου. Σε ενδεικτική αληθούς κινήσεως, οι χειρισμοί των στόχων καθίστανται όχι μόνο άμεσα αντιληπτοί αλλά και θετικά αναγνωρίζονται οι προθέσεις των, ανεξάρτητα από τους χειρισμούς του πλοίου. Αυτή η πληροφορία είναι εξαιρετικής σημασίας, διότι συνεγείρει τον χειριστή στην ανάγκη για επανεκτίμηση της καταστάσεως. Επομένως, σε μία ταχέως μεταβαλλόμενη κατάσταση, ο ενδεικτικής αληθούς κινήσεως σαφέστατα υπερέρχει έναντι του ενδεικτική σχετικής κινήσεως.



- γ. Η σχετική κίνηση είναι κατάλληλη για τυφλή πλοήγηση με την χρήση παραλλήλων γραμμών. Η αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το νερό δεν είναι κατάλληλη για τυφλή πλοήγηση επειδή οι ηχώ ξηράς όταν υπάρχει ρεύμα στην περιοχή δεν παραμένουν σε σταθερή θέση. Άλλωστε η σχετική κίνηση δεν έχει εξάρτηση από είσοδο σήματος δρομομέτρου (ταχύτητας πλοίου). Η μέθοδος τυφλής πλοήγησης με παράλληλες γραμμές συζητείται σε επόμενο κεφάλαιο.

Με την σύγκριση μεταξύ αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το νερό και σχετικής κινήσεως δεν επιδιώκεται να δημιουργηθούν εντυπώσεις υπέρ του ενός ή του άλλου τρόπου παρουσιάσεως της εικόνας. Αντίθετα, επιδιώκεται να τονιστεί ότι ούτε ο ένας, ούτε ο άλλος τρόπος, παρέχει όλες τις απαντήσεις για την αποφυγή συγκρούσεων και ότι ο ένας είναι συμπληρωματικός του άλλου. Ο ακόλουθος πίνακας 2-3, συνοψίζει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά έκαστου.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ	ΑΛΗΘΗΣ ΚΙΝΗΣΗ ως προς το ΝΕΡΟ
Προσδιορισμός αποστάσεως διελεύσεως	Με απλή παρατήρηση της υποτυπώσεως στον ενδείκτη	Όχι. Απαιτείται επίλυση αβακίου προς τούτο
Προσδιορισμός πορείας, ταχύτητας στόχου και όψεως	Όχι. Απαιτείται επίλυση αβακίου προς τούτο	Με απλή παρατήρηση της υποτυπώσεως στον ενδείκτη
Αναγνώριση τυχόν χειρισμού στόχου	Όχι	Με απλή παρατήρηση της υποτυπώσεως στον ενδείκτη
Δυνατότητα χρήσεως παραλλήλων γραμμών για τυφλή πλοήγηση	Ναι	Όχι
Συνέχεια στην υποτύπωση στόχου κατά την διάρκεια χειρισμού πλοίου	Διαταράσσεται	Διατηρείται

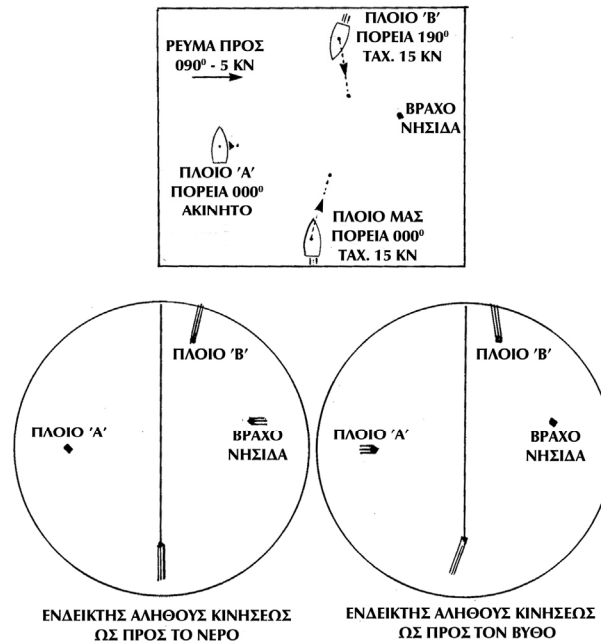
Πίνακας 2-3: Σύγκριση σχετικής κινήσεως και αληθούς κινήσεως ως προς το νερό.

### Σύγκριση μεταξύ αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το νερό και ως προς τον βυθό

Η κατανόηση και η διερμηνευση μίας εικόνας αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το νερό έναντι μίας εικόνας αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό, έχει επίσης μεγάλη πρακτική αξία στην αποφυγή συγκρούσεων και στην ναυσιπλοία.

- α. Ο ενδείκτης αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς το νερό, παρουσιάζει απ' ευθείας ένδειξη της πορείας των άλλων στόχων, δηλαδή της κατευθύνσεως προς την οποία είναι εστραμμένη η πλώρη τους, ενώ ο ενδείκτης αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό δεν δίδει αυτήν την ένδειξη. Επειδή η όλη φιλοσοφία της αποφυγής συγκρούσεως στηρίζεται στην γνώση της πορείας των άλλων στόχων (και της όψεως την οποία παρουσιάζουν), ο μόνος ενδείκτης κατάλληλος για αυτήν την αποστολή είναι εκείνος με σταθεροποίηση ως προς το νερό. Η σταθεροποίηση ως προς τον βυθό επικίνδυνα παραπλανά εάν χρησιμοποιηθεί για να αντληθούν συμπεράσματα επί της πορείας των στόχων. Όπως φαίνεται στο σχήμα 2-22, το ακίνητο πλοίο 'Α' στον ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό, εμφανίζεται να κινείται και να μη προβάίνει σε χειρισμό αποφυγής ως οφείλει. Επίσης το πλοίο 'Β' στον ίδιο ενδείκτη, εμφανίζεται από την υποτύπωση να δείχνει πράσινο πλοϊκό φως, ενώ δείχνει κόκκινο. Αυτή η εντύπωση δυνατόν να προτρέψει σε χειρισμό, ο οποίος συμβάλει σε αναπόφευκτη σύγκρουση.
- β. Και οι δύο τρόποι παρουσιάσεως της εικόνας απαιτούν τροφοδότηση της συσκευής με τα στοιχεία της πορείας και ταχύτητας του πλοίου ως προς το νερό. Επί πλέον ο ενδείκτης αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό, απαιτεί και τα στοιχεία του ρεύματος, τα οποία κατά κανόνα αλλάζουν κατά την προχώρηση του πλοίου με την πάροδο του χρόνου. Αυτό στην πράξη συνιστά μία δυσχερή και χρονοβόρα διαδικασία συχνού υπολογισμού στοιχείων ρεύματος προς διατήρηση αποτελεσματικής σταθεροποίησεως της εικόνας ως προς τον βυθό. Στις νεότερες τεχνολογίας συσκευές αυτοί οι περιορισμοί δυνατόν να μη υφίστανται. Πάντως η αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το νερό είναι ευκολότερα πραγματοποιήσιμη. Πολλοί ισχυρίζονται ότι η

φαινόμενη κίνηση των στόχων ξηράς στον ενδείκτη με σταθεροποίηση ως προς το νερό είναι ένα μειονέκτημα. Άλλοι πάλι το θεωρούν πλεονέκτημα διότι τους παρέχει την ένδειξη υπάρξεως ρεύματος στην περιοχή.



Σχήμα 2-22: Αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το νερό και ως προς τον βυθό

- γ. Η αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό φαίνεται χρήσιμη στην αναγνώριση στόχων ξηράς ή και όταν επιχειρείται να διευκρινιστεί ποιοι στόχοι είναι αγκυροβολημένοι και ποιοι στόχοι κινούνται κατά την προσέγγιση σε αγκυροβόλιο ή σε ένα δίαυλο με πυκνή ναυτιλιακή κίνηση. Πάντως εάν δεν υπάρχει η δυνατότητα διατηρήσεως αποτελεσματικής σταθεροποίησης ως προς τον βυθό (με υπολογιστή), είναι δυσχερής έως αδύνατη η εκμετάλλευση των παραπάνω.
- δ. Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές υπάρχει η δυνατότητα υποστηρίξεως και διατηρήσεως της σταθεροποίησης της εικόνας ως προς τον βυθό με την βοήθεια υπολογιστή. Εάν δε προσφέρονται και επί πλέον δυνατότητες χαράξεως στον ενδείκτη συνθετικών γραμμών και σχημάτων, είναι δυνατόν να χαραχθούν στον ενδείκτη πορείες και οριακές γραμμές προσεγγίσεως σε ναυτιλιακούς κινδύνους - όπως και στον ναυτιλιακό χάρτη - ώστε να καθίσταται περισσότερο αποτελεσματική η παρακολούθηση της προχωρήσεως του πλοίου. Πάντως παραμένει το μειονέκτημα της ακαταλληλότητας για αποφυγή συγκρούσεων.

## 2.17 Μετρήσεις και σφάλματα μετρήσεων αποστάσεως

Οι προδιαγραφές IMO απαιτούν συγκεκριμένη ακρίβεια μετρήσεως αποστάσεων, όταν αυτή μετρείται με τους κύκλους διακριβώσεως ή με τους σημειωτές αποστάσεως. Το σφάλμα αυτό δεν πρέπει να υπερβαίνει το  $\pm 1,5\%$  της εν χρήσει κλίμακας ή τα  $\pm 70$  m, όποιο από τα δύο είναι μεγαλύτερο. Για την μέτρηση αποστάσεων προτείνεται η ακόλουθη διαδικασία:

- α. Επιλέξτε μία κατάλληλη κλίμακα ώστε ο στόχος να ευρίσκεται πλησίον της περιφέρειας του ενδείκτη.
- β. Ρυθμίστε την λαμπρότητα των κύκλων διακριβώσεως, του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως (VRM) ή του μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως και διοπτρεύσεως (ERBL) ώστε να φαίνονται με τις πλέον λεπτές γραμμές.

- γ. Μετρήσατε την απόσταση από την πλησιέστερη πλευρά της εμφανιζόμενης ηχώ. Αναγνώσατε την τιμή αποστάσεως του κύκλου διακριβώσεως εάν ο στόχος ευρίσκεται επί αυτού. Χρησιμοποιήσατε τον μεταβλητό σημειωτή αποστάσεως VRM (ή τον κάρσορα ERBL) για στόχους ανάμεσα στους κύκλους διακριβώσεως.
- δ. Περιοδικά ελέγξατε τα VRM και ERBL εάν δείχνουν τις σωστές αποστάσεις όταν τοποθετηθούν στους κύκλους διακριβώσεως.

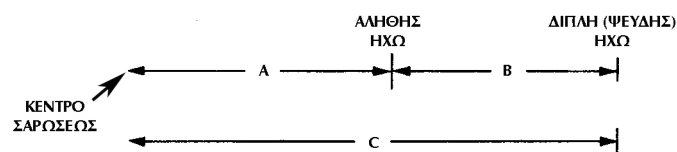
Η απόσταση ενός στόχου είναι συνάρτηση του μεσολαβούντος χρόνου εκπομπής / λήψεως με αφετηρία την θέση της κεραίας και όχι την θέση του πομποδέκτη. Ο πομποδέκτης κατά κανόνα δεν ευρίσκεται στην ίδια θέση με την κεραία, οπότε πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί κατά την διαδρομή του παλμού από τον πομπό, μέσω της γραμμής μεταφοράς, στην κεραία και αντίστροφα από την κεραία, μέσω της γραμμής μεταφοράς στον δέκτη.
- Ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί από την λήψη του πυροδοτικού παλμού στην γεννήτρια βάσεως χρόνου του ενδείκτη, μέχρι την στιγμή εκκινήσεως της σαρώσεως.
- Ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί κατά την επεξεργασία σήματος, πριν εφαρμοστεί ο παλμός στον ενδείκτη για να δώσει την ένδειξη στόχου.

Όλα τα παραπάνω συναθροίζονται στο καλούμενο σφάλμα διακριβώσεως αποστάσεως 'range index error'. Το σφάλμα διακριβώσεως πρέπει να ελέγχεται σε κάθε χρησιμοποιούμενη κλίμακα και να εφαρμόζεται η ανάλογη διόρθωση στις μετρούμενες αποστάσεις. Σε ορισμένες συσκευές υπάρχει δυνατότητα εξουδετέρωσης αυτού του σφάλματος. Ορισμένες μέθοδοι μετρήσεως του σφάλματος διακριβώσεως παρουσιάζονται στην συνέχεια:

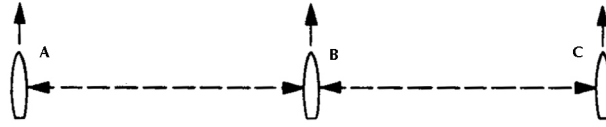
Μέθοδος με δύο πλοία: Η μέθοδος αυτή εκμεταλλεύεται τις διπλές ή πολλαπλές ηχώ (multiple echoes) οι οποίες εμφανίζονται όταν δύο πλοία, συνήθως σε γραμμή μετώπου, πλέουν σε μικρή απόσταση όπως στο σχήμα 2-23. Μετρούνται οι αποστάσεις της αληθούς και της διπλής ηχώ, Α και C αντίστοιχα. Η μέτρηση των αποστάσεων Α και C περιέχει το σφάλμα διακριβώσεως, ενώ η απόσταση Β, αντιπροσωπεύει την αληθή απόσταση μεταξύ των δύο πλοίων, επειδή η διπλή ηχώ εμφανίζεται ως αποτέλεσμα της ανακλάσεως στο πλοίο και ξανά στον στόχο, χωρίς να μεσολαβήσουν καθυστερήσεις. Επομένως το σφάλμα διακριβώσεως αποστάσεως είναι  $A - B$ . Επειδή ισχύει  $B = C - A$ , η προηγούμενη σχέση γράφεται:  $2A - C$ . Επομένως:

$$\text{σφάλμα διακριβώσεως αποστάσεως} = 2A - C$$



Σχήμα 2-23: Μέθοδος μετρήσεως σφάλματος διακριβώσεως με δύο πλοία.

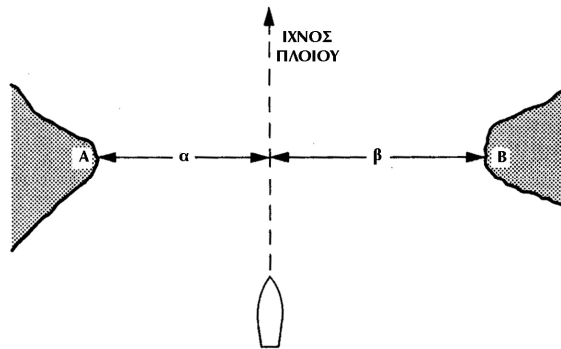
Μέθοδος με τρία πλοία: Όταν τρία πλοία πλέουν σε γραμμή μετώπου, όπως δείχνει το σχήμα 2-24, είναι δυνατή η μέτρηση του σφάλματος διακριβώσεως αποστάσεως δια διαδοχικής μετρήσεως των αποστάσεων των δύο άλλων πλοίων. Το πλοίο Α μετρά τις αποστάσεις AB και AC, οι οποίες περιέχουν το σφάλμα διακριβώσεως αποστάσεως. Από τις αποστάσεις αυτές προκύπτει η αληθής απόσταση  $BC = AC - AB$ , η οποία κοινοποιείται στα πλοία Β και C για να εξάγουν το δικό τους σφάλμα διακριβώσεως αποστάσεως. Παρομοίως το πλοίο C μετρά τις αποστάσεις BC και AC, οι οποίες περιέχουν το σφάλμα διακριβώσεως αποστάσεως. Από τις αποστάσεις αυτές προκύπτει η αληθής απόσταση  $AB = AC - BC$ , η οποία κοινοποιείται στα πλοία Α και Β για να εξάγουν το δικό τους σφάλμα διακριβώσεως αποστάσεως.



Σχήμα 2-24: Μέθοδος μετρήσεως σφάλματος διακριβώσεως με τρία πλοία.

Μέθοδος με δύο καταφανή σημεία: Αυτή η μέθοδος δύναται να εφαρμοστεί όταν υπάρχουν δύο καταφανή σημεία στο ραντάρ, η μεταξύ απόσταση των οποίων είναι με ακρίβεια γνωστή από τον ναυτιλιακό χάρτη. Το πλοίο διέρχεται δια μέσου αυτών όπως δείχνει το σχήμα 2-25. Λαμβάνονται ταυτοχρόνως οι αποστάσεις 'α' και 'β' από τα αντίστοιχα καταφανή σημεία A και B κατά την διέλευση του πλοίου δια μέσου αυτών, την στιγμή κατά την οποία διασταυρώνεται η νοητή γραμμή μεταξύ των δύο αυτών σημείων. Οι λαμβανόμενες αποστάσεις 'α' και 'β' περιέχουν το σφάλμα διακριβώσεως, το δε άθροισμα των λαμβανομένων αποστάσεων 'α + β' περιέχει το διπλάσιο του σφάλματος διακριβώσεως. Εάν AB είναι η αληθής απόσταση των δύο σημείων μετρούμενη από τον ναυτιλιακό χάρτη, τότε:

$$\text{σφάλμα διακριβώσεως} = \frac{(\alpha + \beta) - AB}{2}$$



Σχήμα 2-25: Μέθοδος μετρήσεως σφάλματος διακριβώσεως αποστάσεως με δύο καταφανή σημεία

Υπάρχουν και άλλες μέθοδοι προσδιορισμού του σφάλματος διακριβώσεως αποστάσεως. Στα πολεμικά πλοία τα οποία διαθέτουν ραντάρ διευθύνσεως βολής δύναται να συγκριθεί η απόσταση ενός εγκλωβισμένου στόχου με την απόσταση του ίδιου στόχου από το ναυτιλιακό ραντάρ και να εξαχθεί ευκόλως το σφάλμα.

Άλλα σφάλματα στις μετρήσεις των αποστάσεων δυνατόν να προκύπτουν από:

- Μη ομοιόμορφη σάρωση από το κέντρο προς την περιφέρεια: Η σάρωση πρέπει να καλύπτει ίσες αποστάσεις σε ίσους χρόνους.
- Πτωχή εστίαση (focus): Μεγάλο μέγεθος ηλεκτρονικής κηλίδας.
- Μη ορθογώνιο σχήμα παλμού: Περιορισμένο εύρος διελεύσεως συχνοτήτων στον δέκτη επιτρέπει στις ισχυρότερες μόνο αρμονικές να διέλθουν και να σχηματίσουν ένα παλμό στην έξοδο του δέκτη στρογγυλεμένο αντί ορθογώνιο γιατί οι ασθενέστερες αρμονικές απορρίπτονται. Η μέτρηση της αποστάσεως πραγματοποιείται στο σημείο στο οποίο το κατώφλιο εντοπισμού τέμνει την εμπρόσθια πλευρά της (στρογγυλεμένης) ηχώ (βλέπε σχήμα 1-23). Προκύπτει έτσι ένα σφάλμα αποστάσεως το οποίο στα ναυτιλιακά ραντάρ είναι περί τα 40 m.
- Το ύψος της κεραίας: Λόγω ύψους κεραίας εισάγεται παράλλαξη όταν οι στόχοι ευρίσκονται σε μικρές αποστάσεις.

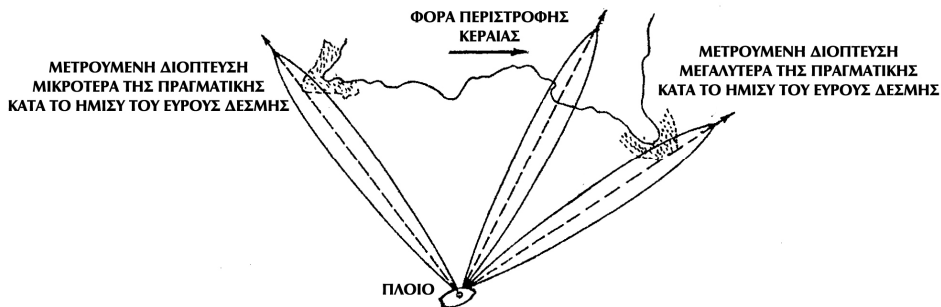
- Το φαινόμενο glint στόχου: Glint σημαίνει γυαλάδα αλλά στην προκειμένη περίπτωση ο όρος αναφέρεται στην ιδιότητα των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων να ανακλώνται όχι από το γεωμετρικό κέντρο του στόχου αλλά από ένα σημείο καλούμενο κέντρο των ανακλάσεων. Το κέντρο των ανακλάσεων αλλάζει θέση όταν ο στόχος κλυδωνίζεται ή αλλάζει πορεία και φαίνεται να διαδρομεί καθ' όλο το μήκος και πλάτος του στόχου. Δεν είναι γνωστό ποιο τμήμα του στόχου δίδει την ισχυρότερη αντανάκλαση. Πιστεύεται ότι για ένα πλοίο μήκους 200 m το σφάλμα δεν υπερβαίνει τα +/- 30 m στην απόσταση.
- Την παράλλαξη της κεραίας: Ο διατοχισμός πλοίου δίνει αφορμή για ένα σφάλμα στην απόσταση, καθόσον η κεραία μετακινείται εκτός της διαμήκους γραμμής του πλοίου. Το σφάλμα είναι μέγιστο στις σχετικές διοπτύσεις 090° και 270°, ενώ είναι ελάχιστο στις σχετικές διοπτύσεις 000° και 180°.
- Την ψηφιοποίηση: Οι τιμές οι οποίες αποκτώνται από την ψηφιοποίηση της αποστάσεως είναι διακεκριμένες, ενώ η απόσταση λαμβάνει κάθε δυνατή τιμή. Η τιμή της αποστάσεως εκφράζεται ως πολλαπλάσιο της τιμής αποστάσεως την οποία αντιπροσωπεύει το ελάχιστο σημαντικό ψηφίο (least significant bit).

## 2.18 Μετρήσεις και σφάλματα μετρήσεων διοπτύσεως

Οι προδιαγραφές IMO απαιτούν συγκεκριμένη ακρίβεια μετρήσεως διοπτύσεως ενός στόχου πλησίον της περιφέρειας του ενδείκτη. Το σφάλμα αυτό δεν πρέπει να υπερβαίνει την +/- 1°. Η ακρίβεια αυτή αναφέρεται στην μέτρηση της διοπτύσεως και μόνο και δεν λαμβάνει υπόψη την ακρίβεια της γραμμής πλήρης ή και την ακρίβεια του σήματος της γυροπυξίδας. Οι προδιαγραφές IMO προσδιορίζουν ακρίβεια +/- 1° για την γραμμή πλήρης και +/- 0,5° για το σήμα γυροπυξίδας. Το σύνολο των παραπάνω, προσδιορίζει μέγιστο σφάλμα στις μετρήσεις διοπτύσεων +/- 2,5°. Για την μέτρηση διοπτύσεων προτείνεται η ακόλουθη διαδικασία:

- α. Ελέγχετε περιοδικά ότι η γραμμή πλήρης αντιπροσωπεύει την διαμήκη γραμμή του πλοίου. Τούτο σημαίνει ότι η επαφή της γραμμής πλήρης στην κεραία ενεργοποιείται ακριβώς την στιγμή της διελεύσεως της κεραίας από την διαμήκη γραμμή του πλοίου. Εάν υπάρχει σφάλμα στην ευθυγράμμιση της γραμμής πλήρης με την διαμήκη γραμμή του πλοίου, τούτο οφείλεται σε αρρυθμιστή επαφή ή του ηλεκτρονικού αισθητήρα της γραμμής πλήρης στην κεραία. Το σφάλμα είναι σταθερό για όλες τις μετρούμενες διοπτύσεις και εξουδετερώνεται με απλή μηχανική ρύθμιση. Το εγχειρίδιο της συσκευής περιγράφει οδηγίες προς τούτο, άλλως πρέπει να κληθεί ειδικός τεχνικός. Πάντως είναι υποχρέωση του χειριστή να διαπιστώσει εάν υπάρχει τέτοιο σφάλμα.
- β. Βεβαιωθείτε ότι η γραμμή πλήρης δείχνει την σωστή ένδειξη στην βαθμολογημένη κλίμακα διοπτύσεων.
- γ. Εξασφαλίσατε ευθυγράμμιση του μηχανικού δρομέα διοπτύσεων με το κέντρο του κύκλου διοπτύσεων και φροντίσατε να αποφύγετε σφάλματα παραλλάξεως κατά την χρήση του, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται οι παράλληλες χορδές του στην περίπτωση αποκεντρώσεως της σαρώσεως (βλέπε σχήμα 2-2).
- δ. Επιλέξατε μία κατάλληλη κλίμακα ώστε ο στόχος να ευρίσκεται πλησίον της περιφέρειας του ενδείκτη.
- ε. Στον προσανατολισμό HEAD UP, την στιγμή της λήψεως των διοπτύσεων, σημειώσατε την στιγμιαία πορεία του πλοίου.
- ζ. Ελέγξατε την διόπτυση των σημειωτών διοπτύσεως EBL ή ERBL τοποθετώντας τους επί της γραμμής πλήρης. Η ένδειξη πρέπει να είναι η αυτή με την πορεία του πλοίου.
- η. Κατά την λήψη διοπτύσεων από μικρούς απομονωμένους στόχους, ευθυγραμμίσατε τον δρομέα διοπτύσεων ή τους σημειωτές διοπτύσεως με το γεωμετρικό κέντρο του στόχου. Ελαττώσατε στιγμιαία το GAIN ώστε να εμφανιστεί μία ηχώ περισσότερο ευκρινής.

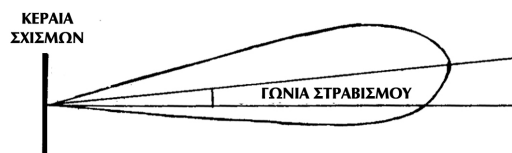
- θ. Διορθώσατε τις λαμβανόμενες διοπτεύσεις σημείων ξηράς κατά το μισό του εύρους δέσμης όπως δείχνει το σχήμα 2-26 ώστε να εξουδετερωθεί το σφάλμα παραμορφώσεως του μισού εύρους δέσμης (half beam width distortion). Προς τούτο προσθέσατε το μισό του εύρους δέσμης όταν η δέσμη κατά την φορά περιστροφής της προσκρούει στο σημείο και αφαιρέσατε το μισό του εύρους δέσμης όταν η δέσμη κατά την φορά περιστροφής της απομακρύνεται από το σημείο.



Σχήμα:2-26: Διόρθωση λαμβανομένων διοπτεύσεων κατά το ήμισυ του εύρους δέσμης

- κ. Όταν οι συνθήκες ορατότητας είναι καλές, χρησιμοποιήσατε την δίοπτρα για οπτικές διοπτεύσεις.

Στις σχισμοειδείς κεραίες συμβαίνει ενίοτε μετατόπιση του άξονα του λοβού στο οριζόντιο επίπεδο κατά τρόπον ώστε να μη συμπίπτει με τον μηχανικό άξονα της κεραίας, αλλά να σχηματίζει με αυτόν γωνία η οποία καλείται γωνία στραβισμού (angle of squint) όπως στο σχήμα 2-27. Τούτο οφείλεται στην διολίσθηση της συχνότητας του πομπού για οποιοδήποτε λόγο. Οι σχισμές στην κεραία ευρίσκονται σε αυστηρά καθορισμένες αποστάσεις μεταξύ των και οι αποστάσεις αυτές είναι συνάρτηση της συχνότητας εκπομπής. Εάν αυτή αλλάξει, αλλάζει η κατανομή της ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο κατά την γωνία στραβισμού. Έτσι ακόμη και εάν η επαφή της γραμμής πλήρης είναι σωστά ρυθμισμένη, η όλη εικόνα στον ενδείκτη μετατοπίζεται γωνιακά κατά την γωνία στραβισμού και πρέπει σε αυτήν την περίπτωση η γραμμή πλήρης να ευθυγραμμιστεί εξ αρχής.



Σχήμα 2-27: Γωνία στραβισμού (squint)

Άλλα σφάλματα στις μετρήσεις διοπτεύσεων δυνατόν να προκύπτουν από:

- Μη ευθύγραμμη σάρωση από το κέντρο προς την περιφέρεια.
- Πτωχή εστίαση (focus): Μεγάλο μέγεθος ηλεκτρονικής κηλίδας.
- Μη συμμετρικό σχήμα λοβού: Εάν ο λοβός στο οριζόντιο επίπεδο δεν είναι συμμετρικός ως προς τον άξονά του, προκαλείται ανάλογο σφάλμα στην δίοπτυση του στόχου.
- Ανοχές στον μηχανισμό γραναζιών της κεραίας: Ανοχές δυνατόν να υπάρχουν μεταξύ της περιστρεφόμενης κεραίας και του μεταδότη της διοπτεύσεως. Στα νεότερης τεχνολογίας συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν προηγμένες τεχνικές μεταδόσεως, το πρόβλημα έχει περιοριστεί ή είναι ανύπαρκτο.

- Την παράλλαξη κεραίας: Ο διατοιχισμός του πλοίου δίνει αφορμή για ένα σφάλμα στην διόπτευση, καθόσον η κεραία μετακινείται εκτός της διαμήκου γραμμής του πλοίου. Το σφάλμα είναι μέγιστο στις σχετικές διοπτεύσεις  $000^\circ$  ή  $180^\circ$ , ενώ είναι ελάχιστο στις σχετικές διοπτεύσεις  $090^\circ$  και  $270^\circ$ .
- Την κλίση κεραίας: Όταν το πλοίο κλυδωνίζεται, ο άξονας περιστροφής της κεραίας λαμβάνει κλίση αναφορικά με την κατακόρυφο. Αυτό προκαλεί σφάλμα στην διόπτευση, μηδενικό σε σχετικές διοπτεύσεις  $000^\circ$ ,  $090^\circ$ ,  $180^\circ$  και  $270^\circ$  και εναλλάσσεται από μέγιστο μέχρι ελάχιστο στις σχετικές διοπτεύσεις  $045^\circ$ ,  $135^\circ$  κλπ. Στην σχετική διόπτευση  $045^\circ$ , διατοιχισμός  $7,5^\circ$  προκαλεί σφάλμα στην διόπτευση  $0,25^\circ$ .
- Το φαινόμενο glint το οποίο εξετάστηκε στα σφάλματα αποστάσεως, προκαλεί και ανάλογα σφάλματα στις διοπτεύσεις.
- Την ψηφιοποίηση: Οι τιμές οι οποίες αποκτώνται από την ψηφιοποίηση της διοπτεύσεως είναι διακεκριμένες, ενώ η διόπτευση λαμβάνει κάθε δυνατή τιμή. Η τιμή της διοπτεύσεως εκφράζεται ως πολλαπλάσιο της τιμής διοπτύσεως την οποία αντιπροσωπεύει το ελάχιστο σημαντικό ψηφίο (least significant bit).





## Κεφάλαιο 3 Υποτύπωση με Ραντάρ

### 3.1 Εισαγωγή

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το μέγεθος και σχήμα μίας ηχώ στον ενδείκτη ραντάρ, κατά κανόνα είναι ανεξάρτητο από το μέγεθος και το σχήμα του στόχου από τον οποίο προέρχεται. Με απλή παρατήρηση του σχήματος της ηχώ του στόχου δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί ούτε η όψη του, ούτε η πορεία του. Σε περίπτωση επικινδύνου προσεγγίσεως με κάποιο στόχο, για να κατανοηθεί πλήρως η γεωμετρία της εμπλοκής του πλοίου με τον στόχο, είναι απολύτως απαραίτητη η συστηματική παρατήρηση του στόχου. Ο όρος 'υποτύπωση' χρησιμοποιείται εν προκειμένω για να υπογραμμίσει αυτή την συστηματική παρατήρηση. Ο κανόνας 7(β) των COLREGS<sup>1</sup> δεν αφήνει καμία αμφιβολία ότι υποτύπωση με το ραντάρ (radar plotting) ή ισοδύναμη συστηματική παρατήρηση (equivalent systematic observation) των εντοπιζόμενων στόχων, είναι απαραίτητο στοιχείο για την πλήρη εκμετάλλευση του ραντάρ.

Όλες οι ενέργειες για την αποφυγή συγκρούσεως, πρέπει να βασίζονται στην γνώση των απαραίτητων πληροφοριών οι οποίες εξάγονται από την υποτύπωση και ιδιαίτερα στην περίπτωση κατά την οποία τα πλοία δεν είναι εν όψει αλλήλων. Οι εξαγόμενες πληροφορίες από την υποτύπωση ραντάρ συνοψίζονται στις ακόλουθες:

- α. Σημείο εγγυτέρας διελεύσεως (με διόπτευση και απόσταση από το πλοίο ) (closest point of approach (CPA)) και χρόνος εγγυτέρας διελεύσεως (time to closest point of approach (TCPA)) του στόχου.
- β. Απόσταση διελεύσεως του στόχου από την πλώρη του πλοίου (bow cross range (BCR)) και χρόνος διελεύσεως του στόχου από την πλώρη του πλοίου (bow cross time (BCT)).
- γ. Πορεία, ταχύτητα και όψη του στόχου. Η όψη μετρείται από την πλώρη του στόχου, προς τα δεξιά (πράσινο) ή προς τα αριστερά (κόκκινο) μέχρι την γραμμή διοπτρεύσεως (line of sight) από το πλοίο προς τον στόχο.
- δ. Το αποτέλεσμα ενός συγκεκριμένου χειρισμού αποφυγής του πλοίου, στο CPA και TCPA του στόχου, πριν εκτελεστεί ο χειρισμός αυτός (δοκιμαστικός χειρισμός (trial maneuver)).

Η διαθεσιμότητα αυτών των πληροφοριών επιτρέπει στον ναυτιλόμενο να:

- α. Εκτιμήσει εάν μια επικίνδυνη κατάσταση εξελίσσεται.
- β. Κατανοήσει την γεωμετρία της πιθανής εμπλοκής και επί τη βάση αυτής να εκτελέσει επιδέξιο χειρισμό σύμφωνα με τους κανόνες της ναυτικής πρακτικής.
- γ. Αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα του επιλεγέντος χειρισμού αποφυγής πριν εκτελεστεί ο χειρισμός αυτός.

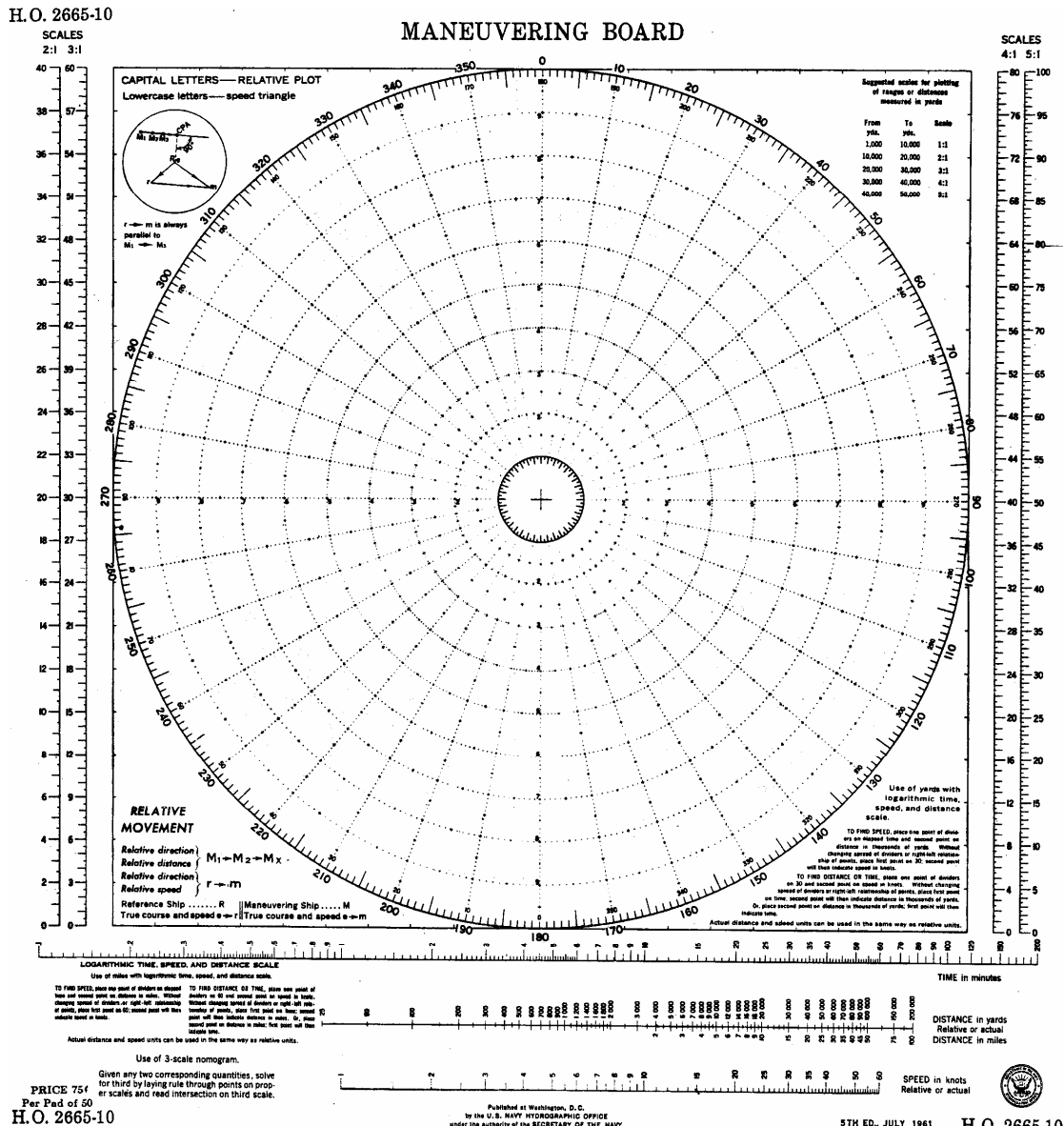
Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται οι σπουδαιότερες χρησιμοποιούμενες σήμερα μέθοδοι αλλά και οι μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν για την εξαγωγή των απαιτούμενων πληροφοριών προς αποφυγή συγκρούσεως.

### 3.2 Αβάκιο χειρισμών

Η απαραίτητη υποτύπωση για την επίλυση προβλημάτων σχετικής ή αληθούς κινήσεως δύναται να πραγματοποιηθεί σε ένα απλό φύλλο χάρτου. Όμως η επίλυση διευκολύνεται τα μέγιστα με την

<sup>1</sup> ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣ ΑΠΟΦΥΓΗ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΩΝ / Κανόνας 7β: Πρέπει να χρησιμοποιείται κατάλληλα η συσκευή ραντάρ, εφόσον είναι εγκατεστημένη και λειτουργεί. Στην περίπτωση χρήσης της περιλαμβάνεται και η ανίχνευση με αυτήν σε μεγάλες αποστάσεις, για την έγκαιρη προειδοποίηση ότι υπάρχει κίνδυνος συγκρούσεως και για την υποτύπωση ραντάρ ή ισοδύναμη συστηματική παρατήρηση των ανιχνευομένων αντικειμένων.

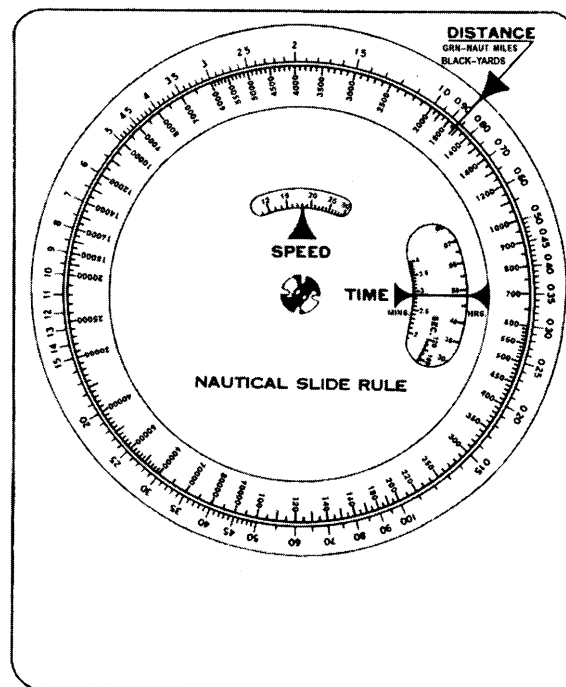
χρησιμοποίηση του αβακίου χειρισμών του σχήματος 3-1. Το αβάκιο χειρισμών φέρει 10 ομόκεντρους κύκλους, αριθμημένους από 2 έως 9. Ο πρώτος εσωτερικός και ο τελευταίος εξωτερικός κύκλος δεν αριθμούνται. Οι περιφέρειες των κύκλων, φέρουν υποδιαίρεσεις σε διαστήματα της 1<sup>ο</sup>. Υπάρχουν δύο αριθμήσεις. Στην πλευρά, έξω από την περιφέρεια του εξωτερικού κύκλου, η αριθμηση ξεκινά από 0<sup>ο</sup> στην κορυφή, προς την φορά των δεικτών του ωρολογίου, μέχρι 350<sup>ο</sup>. Στην πλευρά, μέσα από την περιφέρεια του εξωτερικού κύκλου, η αριθμηση ξεκινά από 0<sup>ο</sup> στον πυθμένα (στο σημείο στο οποίο η εξωτερική αριθμηση δείχνει 180<sup>ο</sup>), προς την φορά επίσης των δεικτών του ωρολογίου, μέχρι 350<sup>ο</sup>. Σε διαστήματα ανά 10<sup>ο</sup>, ακτινικές γραμμές εκτείνονται από τον εσωτερικό κύκλο προς τον εξωτερικό. Οι ακτινικές γραμμές φέρουν υποδιαίρεσεις με το σύμβολο (.) σε διαστήματα του 1/10 της χρησιμοποιούμενης μονάδας μετρήσεως αποστάσεως. Για παράδειγμα, εάν ένας κύκλος παριστάνει 1 nm, τότε η κάθε υποδιαίρεση παριστάνει 1 στάδιο (cable). Ανά πέντε υποδιαίρεσεις, στις ακτινικές γραμμές και στους ομόκεντρους κύκλους, φέρεται το εντονότερο σύμβολο (+). Δεξιά και αριστερά της περιοχής υποτυπώσεως και κατακόρυφα, υπάρχουν κλίμακες 2:1, 3:1 αριστερά και 4:1, 5:1 δεξιά για ευχέρεια στην υποτύπωση, όταν η χρησιμοποιούμενη κλίμακα δεν είναι η 1:1. Έτσι εάν ένας κύκλος παριστάνει 2 nm αποστάσεως, χρησιμοποιείται η κλίμακα 2:1 για τις αποστάσεις.



Σχήμα 3-1: Αβάκιο χειρισμών

Στο κάτω μέρος του αβακίου, υπάρχει ένα νομόγραμμα με τρεις λογαριθμικές κλίμακες: μια για τον χρόνο, μια για την απόσταση και μία για την ταχύτητα. Τα τρία αυτά μεγέθη συνδέονται με τον γνωστό τύπο της φυσικής 'απόσταση = ταχύτητα \* χρόνος' και έτσι εάν δύο από αυτά τα μεγέθη είναι γνωστά, ευρίσκεται το τρίτο. Στο νομόγραμμα, συνδέοντας με ευθεία γραμμή τα δύο γνωστά μεγέθη στις αντίστοιχες λογαριθμικές κλίμακες, το τρίτο μέγεθος ευρίσκεται στην τομή της παραπάνω ευθείας γραμμής προεκταμένης εάν απαιτείται, με την τρίτη λογαριθμική κλίμακα του άγνωστου μεγέθους. Εάν η απόσταση (D) είναι ένα από τα γνωστά μεγέθη, το νομόγραμμα δύναται να χρησιμοποιηθεί με ένα διαβήτη χωρίς να χαραχθεί ευθεία γραμμή. Τοποθετείται το ένα σκέλος του διαβήτη (ή κουμπάσου) στην τιμή της αποστάσεως D, στην μεσαία λογαριθμική κλίμακα και το άλλο σκέλος στην τιμή του ετέρου γνωστού μεγέθους της ταχύτητας ή του χρόνου στην δεύτερη λογαριθμική κλίμακα. Τηρώντας το πρώτο σκέλος στην μεσαία λογαριθμική κλίμακα, το δεύτερο σκέλος δείχνει την τιμή του άγνωστου μεγέθους στην τρίτη λογαριθμική κλίμακα. Η λογαριθμική κλίμακα αποστάσεων είναι σε υάρδες (1 nm = 2000 yards).

Εναλλακτικά, για τον υπολογισμό των παραπάνω μεγεθών, πολλοί ναυτικοί πίνακες και ναυτιλιακές εκδόσεις περιλαμβάνουν ειδικό πινακίδιο 'TIME - SPEED and DISTANCE TABLE' με το οποίο προσδιορίζεται το ένα μέγεθος, όταν είναι γνωστά τα λοιπά δύο. Τέλος αυτοί οι απλοί υπολογισμοί επιλύονται άμεσα με την χρήση απλών αριθμομηχανών τσέπης (rocket calculators) ή με τον ειδικό προς τούτο κανόνα 'NAUTICAL SLIDE RULE' του σχήματος 3-2.



Σχήμα 3-2: Nautical slide rule

### 3.2.1 Σχετική υποτύπωση στο αβάκιο χειρισμών

Η σχετική υποτύπωση (relative plotting) εμφανίζει την φαινόμενη – και όχι την πραγματική – κίνηση του στόχου, όταν το πλοίο θεωρείται ακίνητο στο κέντρο του αβακίου. Με απλή παρατήρηση εξάγονται τα στοιχεία της σχετικής κινήσεως του στόχου ήτοι CPA και TCPA καθώς και η απόσταση και ο χρόνος διελεύσεως του στόχου από την πλώρη του πλοίου ήτοι BCR και BCT, ενώ απαιτείται επίλυση με γραφική μέθοδο, για την εξαγωγή των στοιχείων της αληθούς κινήσεως του στόχου, ήτοι δια την εύρεση της πορείας, ταχύτητας και όψεως του στόχου.

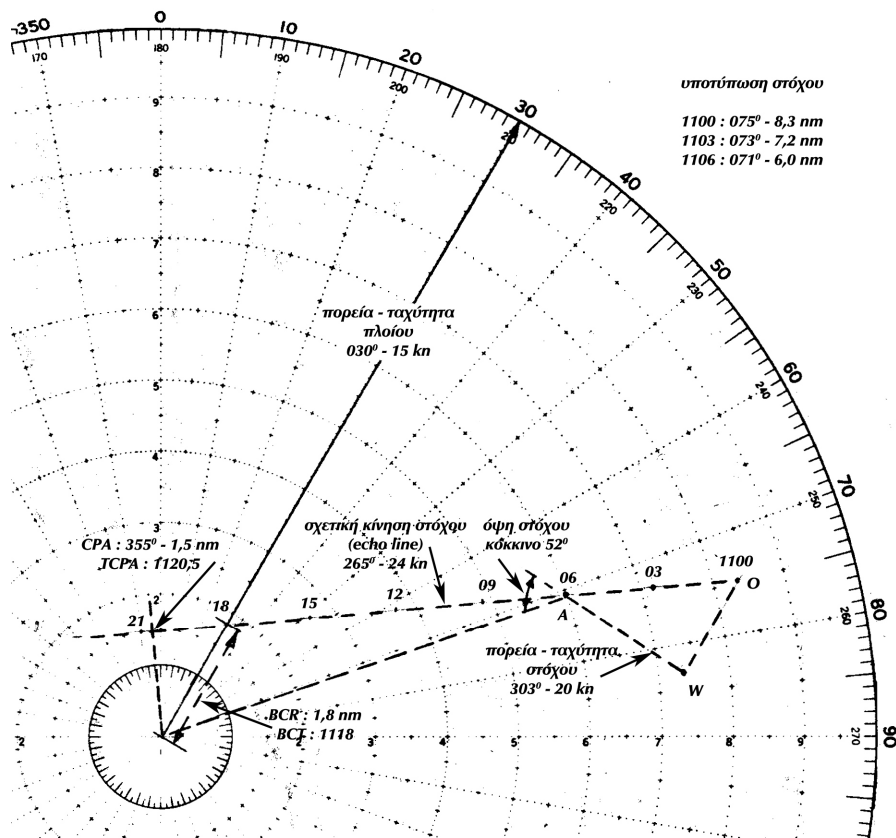
Λαμβάνοντας διαδοχικές μετρήσεις διοπτύσεων και αποστάσεων ενός στόχου, σε γνωστά, σταθερά κατά προτίμηση χρονικά διαλείμματα και υποτυπώνοντας από το κέντρο του αβακίου τις μετρήσεις αυτές, εμφανίζεται γραφικά η σχετική κίνηση του στόχου. Η γραμμή η οποία συνδέει τις μετρήσεις, καλείται echo line και δείχνει την σχετική κίνηση του στόχου. Δια προεκτάσεως αυτής της γραμμής, είναι δυνατή η εύρεση των στοιχείων CPA – TCPA, BCR – BCT.

Είναι θεμελιώδες να διαπιστωθεί ότι η σχετική κίνηση του στόχου είναι σταθερή και συνεπής και τούτο συμβαίνει όταν ο στόχος (και το πλοίο ) ακολουθούν σταθερή πορεία και ταχύτητα. Η σταθερότητα στην σχετική κίνηση διαπιστώνεται, όταν οι θέσεις οι οποίες υποτυπώνονται, εμφανίζονται να κείνται επί ευθείας γραμμής, σε ίσα διαστήματα αποστάσεως για ίσα διαστήματα χρόνου λήψεως των μετρήσεων. Αφού έχει διαπιστωθεί η σταθερότητα στην σχετική κίνηση, η αληθής κίνηση του στόχου δύναται να προσδιοριστεί ως εξής, σύμφωνα με το 1<sup>ο</sup> παράδειγμα για το οποίο η γραφική επίλυση στο αβάκιο χειρισμών παρουσιάζεται στο σχήμα 3-3.

**Παράδειγμα 1<sup>ο</sup>:**

Λαμβάνονται οι παραπλεύρως τρεις διαδοχικές μετρήσεις ενός στόχου ανά 3 min. Να ευρεθούν τα στοιχεία της σχετικής (CPA – TCPA, BCR – BCT) και αληθούς κινήσεως του στόχου (πορεία, ταχύτητα, όψη). Πλοίο τηρεί πορεία 030<sup>ο</sup> και ταχύτητα 15 knots.

1100: 075<sup>ο</sup> - 8,3 nm  
 1103: 073<sup>ο</sup> - 7,2 nm  
 1106: 071<sup>ο</sup> - 6,0 nm



Σχήμα 3-3: Σχετική υποτύπωση – εξαγωγή στοιχείων σχετικής και αληθούς κινήσεως στόχου

Λύση:

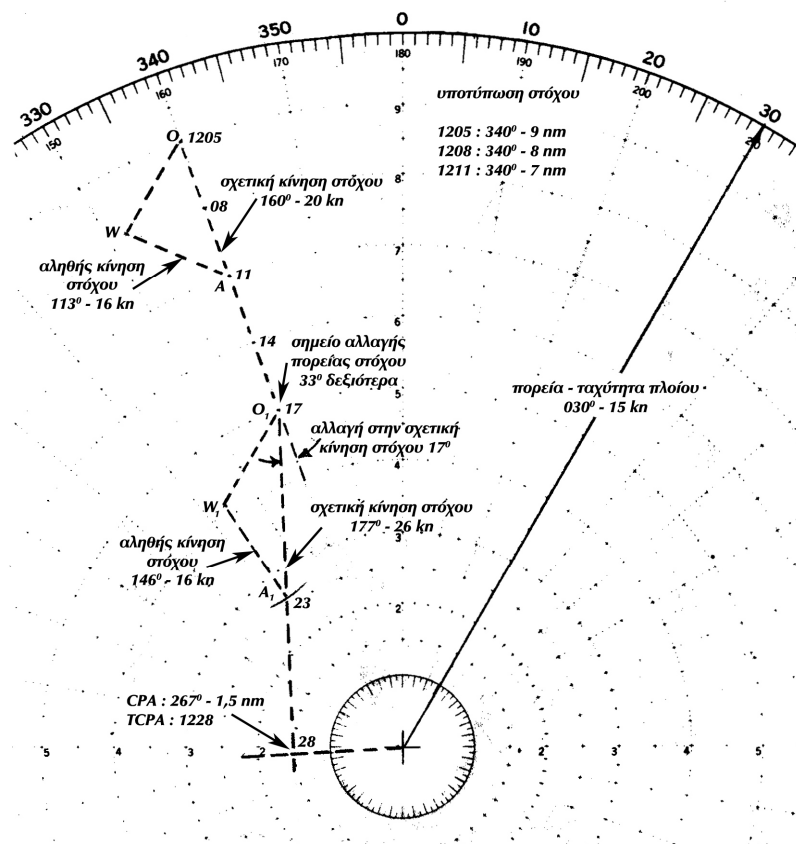
Αρχικά υποτυπώνονται οι τρεις μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση υποτυπώνεται στο σημείο 'Ο' και η τελευταία στο σημείο 'Α'. Ο στόχος και το πλοίο κινούνται με σταθερή πορεία και ταχύτητα και τούτο δηλώνεται από το γεγονός ότι οι τρεις θέσεις του στόχου κείνται επί της ευθείας ΟΑ (echo line) και ότι ο στόχος καλύπτει ίσα

διαστήματα σε ίσους χρόνους επί της ευθείας αυτής. Τα στοιχεία του στόχου δύνανται να προσδιοριστούν για το χρονικό διάστημα υποτυπώσεως των 6 min. Η σχετική πορεία του στόχου είναι  $265^{\circ}$  και η σχετική ταχύτητα ευρίσκεται από το πηλίκο του διαστήματος  $OA = 2,4 \text{ nm}$  δια του χρόνου = 6 min, ήτοι 24 knots.

Τα στοιχεία του CPA ευρίσκονται εάν χαραχθεί μία κάθετος από το κέντρο (θέση πλοίου) προς την προέκταση της echo line (OA). Η διόπτευση αυτής της κάθετου είναι η διόπτευση του CPA ήτοι προς  $355^{\circ}$  και το μήκος της κάθετου μέχρι την echo line (OA) είναι η απόσταση του CPA, ήτοι 1,5 nm. Ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί δια να κινηθεί ο στόχος από το σημείο 'A' μέχρι το σημείο CPA, ευρίσκεται από το πηλίκο του διαστήματος από το σημείο A μέχρι το σημείο του CPA, ήτοι 5,8 nm, δια της σχετικής ταχύτητας 24 knots, ήτοι TCPA μετά 14,5 min ή περί ώρα 1120,5. Παρομοίως ευρίσκεται BCR = 1,8 nm και BCT περί ώρα 1118.

Δια την εύρεση της πορείας και ταχύτητας του στόχου, από το σημείο 'O' φέρεται ένα άνυσμα 'OW' φοράς αντιθέτου της πορείας του πλοίου και μέτρου ίσου με το διάστημα το οποίο κάλυψε το πλοίο στο χρονικό διάλειμμα των 6 min, ήτοι 'OW = 1,5 nm'. Το σημείο 'W' αντιπροσωπεύει την θέση του στόχου εάν αυτός ήταν ακίνητος μετά από 6 min από την πρώτη παρατήρηση. Η τρίτη πλευρά 'WA' του σχηματιζόμενου τριγώνου από τα σημεία 'O', 'W' και 'A', αντιπροσωπεύει την αληθή πορεία του στόχου ήτοι  $303^{\circ}$ . Η ταχύτητα του στόχου ευρίσκεται από το διάστημα WA = 2 nm το οποίο κάλυψε σε 6 min, ήτοι 20 knots. Η όψη του στόχου την 1106 στο σημείο 'A' είναι κόκκινο  $52^{\circ}$ .

Δια της σχετικής υποτυπώσεως, είναι άμεσα διαθέσιμες οι πληροφορίες οι σχετικές με το εγγύτερο σημείο διελεύσεως (CPA), τόσο πριν όσο και μετά την τυχόν αλλαγή της πορείας του πλοίου ή του στόχου. Στο 2<sup>ο</sup> παράδειγμα, για το οποίο η γραφική επίλυση στο αβάνκι χειρισμών παρουσιάζεται στο σχήμα 3-4, εμφανίζεται η αλλαγή στην σχετική κίνηση του στόχου, όταν αυτός αλλάξει πορεία και κατά συνέπεια, τα νέα στοιχεία του CPA είναι άμεσα προσδιορίσιμα.



Σχήμα 3-4: Σχετική υποτύπωση – αλλαγή στην σχετική κίνηση στόχου ένεκα αλλαγής πορείας στόχου

Δια λόγους απλουστεύσεως γίνεται η παραδοχή ότι οι αλλαγές πορείας ή και ταχύτητας του στόχου και του πλοίου, σε όλα τα ακόλουθα παραδείγματα, πραγματοποιούνται στιγμιαία χωρίς να λαμβάνονται υπόψη ελκτικικά στοιχεία.

### Παράδειγμα 2ο:

Λαμβάνονται οι παραπλεύρως τρεις διαδοχικές μετρήσεις ενός στόχου ανά 3 min. Ο στόχος κινείται επί σταθερής διοπτρεύσεως (έχει πορεία συγκρούσεως). Να ευρεθούν τα στοιχεία της αληθούς κινήσεως του στόχου. Την 1217 ο στόχος αποφασίζει να εκτελέσει χειρισμό ώστε να διέλθει σε ασφαλή απόσταση (CPA) 1,5 nm από το πλοίο. Ποια πορεία πρέπει να λάβει χωρίς να αλλάξει ταχύτητα και ποιος ο χρόνος TCPA.

1205: 340° - 9 nm  
1208: 340° - 8 nm  
1211: 340° - 7 nm

Λύση:

Αρχικά υποτυπώνονται οι τρεις μετρήσεις. Η πρώτη μέτρηση υποτυπώνεται στο σημείο 'Ο' και η τελευταία στο σημείο 'Α'. Η σχετική πορεία του στόχου είναι 160° και η σχετική ταχύτητα 20 nm. Η πορεία και ταχύτητα του στόχου ευρίσκεται κατά τα γνωστά από το σχηματιζόμενο τρίγωνο OWA και είναι 113° - 16 knots.

Ο στόχος την 1217 ευρίσκεται στο σημείο O<sub>1</sub>, το οποίο απέχει από το σημείο 'Α' απόσταση ίση με 2 nm. Από αυτό το σημείο φέρεται μία εφαπτόμενη ευθεία στον κύκλο των 1,5 nm (επιθυμητό CPA). Η ευθεία αυτή αντιπροσωπεύει την νέα σχετική κίνηση του στόχου προς 177° μετά την αλλαγή της πορείας του.

Δια την εύρεση της τελικής πορείας του στόχου, σχηματίζεται το τρίγωνο O<sub>1</sub>W<sub>1</sub>A<sub>1</sub> ως εξής: Από το σημείο 'O<sub>1</sub>' χαράσσεται άνωσμα 'O<sub>1</sub>W<sub>1</sub>' φοράς αντιθέτου της πορείας του πλοίου και μέτρου ίσου με το διάστημα το οποίο κάλυψε το πλοίο στο χρονικό διάλειμμα των 6 min, ήτοι 'O<sub>1</sub>W<sub>1</sub> = 1,5 nm'. Με κέντρο το σημείο W<sub>1</sub>, φέρεται κύκλος με ακτίνα ίση με την 'WA', ο οποίος τέμνει την νέα γραμμή σχετικής κινήσεως στο σημείο 'A<sub>1</sub>'. Η κατεύθυνση W<sub>1</sub>A<sub>1</sub> αντιπροσωπεύει την νέα πορεία του στόχου, ήτοι 146°.

Η νέα σχετική ταχύτητα του στόχου ευρίσκεται από το ηλίκο του διαστήματος O<sub>1</sub>A<sub>1</sub> = 2,6 nm δια του χρόνου = 6 min, ήτοι 26 knots. Ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί από το σημείο 'O<sub>1</sub>' μέχρι το σημείο του CPA, ευρίσκεται από το ηλίκο του διαστήματος, από το σημείο 'O<sub>1</sub>' μέχρι το σημείο του CPA, ήτοι 4,8 nm, δια της σχετικής ταχύτητας 26 knots, ήτοι TCPA = 11 min ή περί ώρα 1228.

Να σημειωθεί ότι ο στόχος αν και άλλαξε την πορεία του κατά 146° - 113° = 33°, η σχετική του κίνηση την οποία παρατηρεί το πλοίο δια της σχετικής υποτυπώσεως δεν άλλαξε παρά μόλις 177° - 160° = 17°. Πράγματι, η φαινόμενη κίνηση ενός στόχου είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού των κινήσεων του στόχου και του πλοίου. Τούτο σημαίνει ότι όταν ο στόχος αλλάξει πορεία ή και ταχύτητα, η αλλαγή την οποία παρατηρεί το πλοίο στην σχετική κίνηση του στόχου, δεν φανερώνει το μέγεθος της αλλαγής την οποία πραγματοποίησε ο στόχος. Αντίστοιχα, όταν ο στόχος υποτυπώνει το πλοίο, δεν αντιλαμβάνεται τυχόν χειρισμό του πλοίου, εάν δεν είναι σημαντικός. Αυτό εξηγεί τον λόγο για τον οποίο οι COLREGS υποχρεώνουν, όταν πραγματοποιείται αλλαγή πορείας ή και ταχύτητας για αποφυγή συγκρούσεως, αυτή να είναι σημαντική (bold alteration).

Στο 3ο παράδειγμα, για το οποίο η γραφική επίλυση στο αβάκιο χειρισμών παρουσιάζεται στο σχήμα 3-5, εμφανίζεται η αλλαγή στην σχετική κίνηση του στόχου, όταν αυτός αλλάξει ταχύτητα.

### Παράδειγμα 3ο:

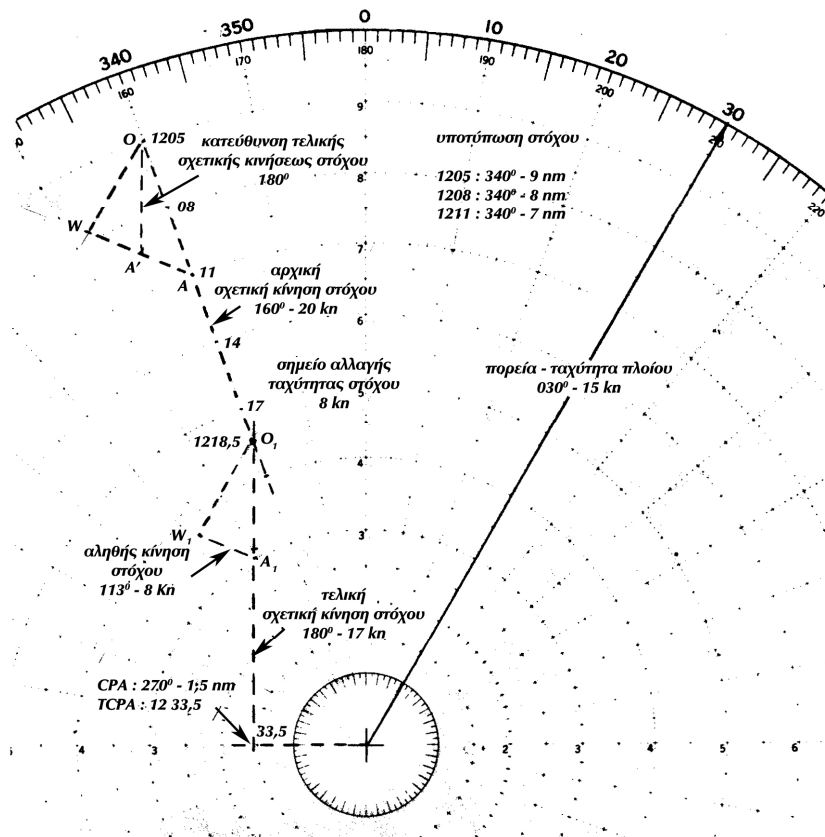
Στο προηγούμενο παράδειγμα ζητείται να ευρεθεί σε ποια χρονική στιγμή πρέπει ο στόχος να μειώσει την ταχύτητά του στους 8 knots, χωρίς να αλλάξει πορεία, για να διέλθει στην ίδια ασφαλή απόσταση από το πλοίο και σε ποια χρονική στιγμή διέρχεται από το CPA.

Λύση:

Επί της πλευράς WA του τριγώνου OWA προσδιορίζεται το σημείο A' ώστε WA' = 0,8 nm, ήτοι το διάστημα το οποίο καλύπτει ο στόχος σε 6 min με την νέα ταχύτητα των 8 knots. Η κατεύθυνση OA' προσδιορίζει την κατεύθυνση της νέας σχετικής κινήσεως του στόχου, ήτοι προς 180°, μετά την αλλαγή ταχύτητας αυτού. Φέρεται εφαπτόμενη με κατεύθυνση 180° στον κύκλο των 1,5 nm, η οποία τέμνει την προέκταση της γραμμής OA στο σημείο O<sub>1</sub>. Στο σημείο αυτό ο στόχος πρέπει να λάβει ταχύτητα 8 knots.

Η απόσταση  $AO_1$  είναι 2,5 nm και η σχετική ταχύτητα είναι 20 knots, επομένως από το σημείο A μέχρι το σημείο  $O_1$  μεσολαβεί χρόνος  $(2,5 / 20) * 60 = 7,5$  min. Ήτοι ο στόχος πρέπει να αλλάξει ταχύτητα περί ώρα 1218,5 sec.

Σχηματίζεται το τρίγωνο  $O_1W_1A_1$  κατά τα γνωστά για να προσδιοριστεί η τελική σχετική ταχύτητα του στόχου. Ο στόχος καλύπτει απόσταση  $O_1A_1 = 1,7$  nm σε 6 min, επομένως η τελική σχετική ταχύτητα είναι 17 knots. Η απόσταση από το σημείο  $O_1$  μέχρι το σημείο CPA είναι 4,25 nm οπότε με ταχύτητα 17 knots καλύπτεται σε  $(4,25 / 17) * 60 = 15$  min, ήτοι TCPA = 1233,5.



Σχήμα 3-5: Σχετική υποτύπωση - αλλαγή στην σχετική κίνηση στόχου ένεκα αλλαγής ταχύτητας στόχου

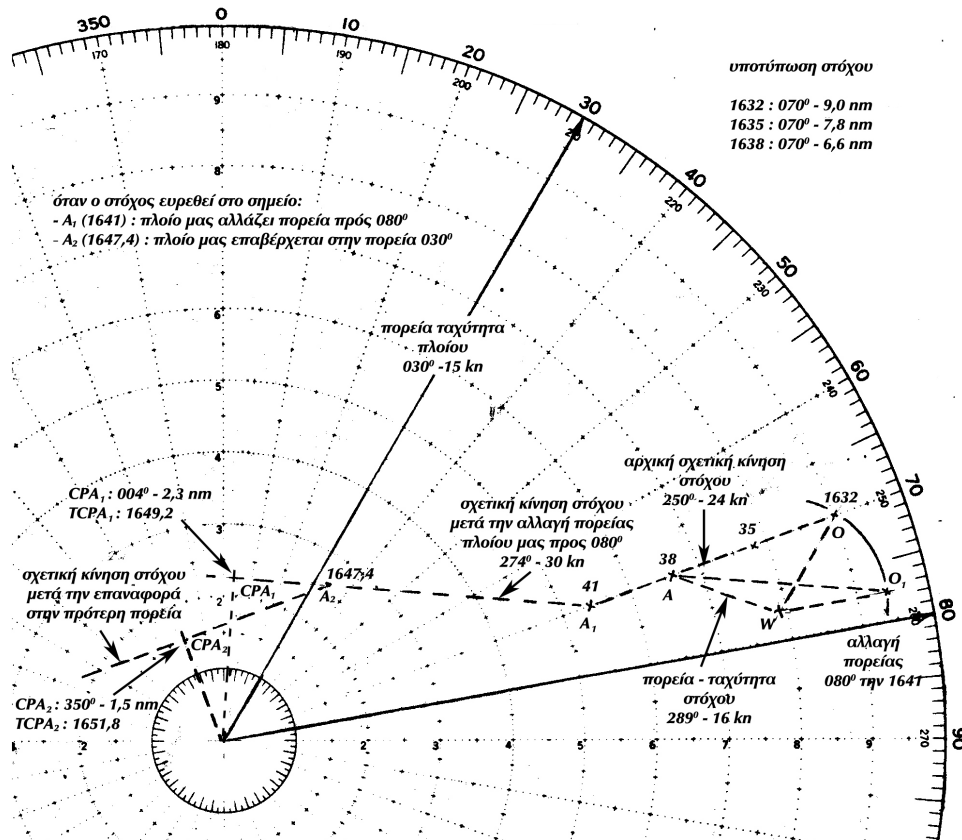
Είναι γνωστό ότι στην σχετική κίνηση, όταν το πλοίο αλλάξει πορεία ή και ταχύτητα, δίδεται η εντύπωση ότι ο στόχος (και όλοι οι στόχοι) αλλάζουν επίσης. Το ερώτημα δε το οποίο απασχολεί τον ναυτιλόμενο στην προκειμένη περίπτωση είναι: μήπως η αλλαγή στην φαινόμενη κίνηση του στόχου προκύπτει όχι μόνο από τον χειρισμό του πλοίου, αλλά συγχρόνως και από έναν τυχόν ταυτόχρονο χειρισμό του στόχου, ο οποίος πιθανώς να αναιρεί τον χειρισμό του πλοίου. Είναι επομένως αναγκαίο ο ναυτιλόμενος να προσδιορίσει εκ των προτέρων την αλλαγή στην σχετική κίνηση του στόχου, ώστε να γνωρίζει εκ των προτέρων ποιο είναι το μελλοντικό CPA έναντι ενός χειρισμού του πλοίου, πριν ο χειρισμός αυτός εκτελεστεί. Ο εν λόγω χειρισμός δύναται να είναι ένας δοκιμαστικός χειρισμός προς αποφυγή συγκρούσεως (trial maneuver), ο οποίος πρέπει να εξασφαλίζει ασφαλή απόσταση διελεύσεως από τον στόχο.

Στο 4<sup>ο</sup> παράδειγμα, για το οποίο η γραφική επίλυση στο αβάκιο χειρισμών παρουσιάζεται στο σχήμα 3-6, εμφανίζεται η αλλαγή στην σχετική κίνηση του στόχου, όταν το πλοίο αλλάξει πορεία προς αποφυγή συγκρούσεως.

### Παράδειγμα 4<sup>ο</sup>

Λαμβάνονται οι παραπλεύρως τρεις διαδοχικές μετρήσεις ενός στόχου ανά 3 min. Πλοίο τηρεί πορεία  $030^{\circ}$  και ταχύτητα 15 knots. Ο στόχος έχει πορεία συγκρούσεως με μηδενικό CPA. Προς τούτο ζητείται να ευρεθούν τα στοιχεία CPA όταν την 1641 εκτελεστεί δραστηριός χειρισμός με στροφή δεξιά μέχρι πορεία  $080^{\circ}$  με την ίδια ταχύτητα. Ποια χρονική στιγμή το πλοίο πρέπει να επανέλθει στην πορεία  $030^{\circ}$  ώστε ο στόχος να διέλθει ασφαλώς σε απόσταση 1,5 nm.

1632:  $070^{\circ}$  - 9,0 nm  
1635:  $070^{\circ}$  - 7,8 nm  
1638:  $070^{\circ}$  - 6,6 nm



Σχήμα 3-6: Σχετική υποτύπωση - αλλαγή στην σχετική κίνηση στόχου ένεκα αλλαγής πορείας ταχύτητας στόχου

Λύση:

Έστω τα σημεία O και A αντιστοιχούν στην πρώτη και τρίτη μέτρηση αντίστοιχα. Ο στόχος καλύπτει σχετική απόσταση  $OA = 2,4$  nm σε 6 min, άρα η σχετική ταχύτητά του είναι 24 knots. Η πορεία και ταχύτητα του στόχου από την πλευρά WA του τριγώνου OWA είναι  $289^{\circ}$  - 16 knots.

Την 1641, ήτοι μετά από 3 min από την τελευταία μέτρηση, ο στόχος φθάνει στο σημείο  $A_1$  και σε αυτό το σημείο το πλοίο αλλάζει πορεία προς  $080^{\circ}$ . Με κέντρο το σημείο W και ακτίνα την WO φέρεται κύκλος ο οποίος τέμνει την παράλληλο προς την νέα πορεία από το σημείο W, στο σημείο  $O_1$ . Έτσι σχηματίζεται ένα δεύτερο τρίγωνο  $O_1WA$ , του οποίου η πλευρά  $O_1A$  δείχνει την νέα κατεύθυνση σχετικής κινήσεως, ήτοι προς  $274$ , με σχετική ταχύτητα 30 knots.

Από το σημείο  $A_1$  χαράσσεται ευθεία γραμμή προς κατεύθυνση  $274^{\circ}$ . Ο ναυτιλόμενος δύναται ευκόλως να διαπιστώσει τυχόν ταυτόχρονο χειρισμό του στόχου. Εάν ο στόχος δεν προβεί σε χειρισμό, στο εξής οι υποτυπώσεις των διαδοχικών θέσεων αυτού κείνται επί της γραμμής αυτής. Εάν οι υποτυπώσεις των διαδοχικών θέσεων του στόχου δεν κείνται επί της γραμμής αυτής και πλησιάζουν προς το κέντρο, τούτο σημαίνει ότι ο στόχος προέβη σε χειρισμό, ο οποίος εξουδετερώνει εν μέρει ή ολοκληρωτικά τον χειρισμό



αποφυγής συγκρούσεως του πλοίου. Εάν απομακρύνονται εκτός κέντρου, ο στόχος προέβη σε χειρισμό, ο οποίος συμβάλει στην αποφυγή συγκρούσεως.

Επίσης ο ναυτιλόμενος δύναται να διαπιστώσει εάν ο προτεινόμενος χειρισμός αποφυγής εξασφαλίζει ασφαλή απόσταση διελεύσεως πριν ακόμα εκτελεστεί ο χειρισμός. Στο παράδειγμα, διαπιστώνεται ότι το σημείο του μηδενικού CPA, μετατοπίζεται στο σημείο CPA<sub>1</sub> προς 004<sup>ο</sup> – 2,3 nm, περί ώρα TCPA<sub>1</sub> = 1649,2.

Μετά τον χειρισμό αποφυγής συγκρούσεως, ο ναυτιλόμενος αποφασίζει την επαναφορά στην πρότερη πορεία ή και ταχύτητα. Η επαναφορά πρέπει να πραγματοποιηθεί την κατάλληλη χρονική στιγμή ώστε να εξασφαλιστεί ασφαλής απόσταση διελεύσεως από τον στόχο. Στο παράδειγμα ζητείται να εξασφαλιστεί απόσταση διελεύσεως 1,5 nm. Προς τούτο φέρεται μία παράλληλος γραμμή προς την αρχική γραμμή της σχετικής κινήσεως του στόχου 'ΟΑ' και εφαπτόμενη στον κύκλο της ελάχιστης ασφαλούς αποστάσεως διελεύσεως (1,5 nm) όπως δείχνει το σχήμα. Η γραμμή αυτή τέμνει την προηγούμενη γραμμή σχετικής κινήσεως στόχου στο σημείο A<sub>2</sub>, στο οποίο, όταν ο στόχος φθάσει, περί ώρα 1647,4, διατάσσεται η επαναφορά στην πρότερη πορεία 030<sup>ο</sup>. Εάν ο στόχος δεν προβεί σε χειρισμό, στο εξής οι υποτυπώσεις των διαδοχικών θέσεων του στόχου κείνται επί της γραμμής αυτής, από το σημείο A<sub>2</sub> προς το σημείο του νέου CPA<sub>2</sub> προς 350<sup>ο</sup> – 1,5 nm περί ώρα 1651,8.

Η σχετική υποτύπωση στο αβάκιο χειρισμών απαιτεί μετρήσεις διοπτρεύσεως και αποστάσεως, μεταφορά τους στο αβάκιο και επίλυση του προβλήματος με γραφικό τρόπο όπως επεξηγήθηκε. Αποτέλεσμα είναι ο αριθμός των στόχων οι οποίοι υποτυπώνονται από ένα χειριστή να είναι εξαιρετικά περιορισμένος.

### 3.2.2 Αληθής υποτύπωση στο αβάκιο χειρισμών

Η σχετική υποτύπωση, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, επιτρέπει με απλή παρατήρηση, την εκτίμηση των στοιχείων της σχετικής κινήσεως του στόχου ήτοι των στοιχείων CPA – TCPA, BCR – BCT, ενώ απαιτείται επίλυση με γραφική μέθοδο και κατασκευή του τριγώνου OWA για την εξαγωγή των στοιχείων της αληθούς κινήσεως του στόχου, ήτοι για την εύρεση της πορείας, ταχύτητας και όψεως του στόχου. Εναλλακτικά δύναται να υποτυπωθεί στο αβάκιο χειρισμών η αληθής κίνηση του πλοίου και του στόχου. Η αληθής υποτύπωση επιτρέπει με απλή παρατήρηση, την εκτίμηση των στοιχείων της αληθούς κινήσεως του στόχου ήτοι πορεία, ταχύτητα και όψη του στόχου, ενώ απαιτείται επίλυση με γραφική μέθοδο και κατασκευή του τριγώνου OWA για την εξαγωγή των στοιχείων της σχετικής κινήσεως του στόχου.

Στο 5<sup>ο</sup> παράδειγμα, για το οποίο η γραφική επίλυση στο αβάκιο χειρισμών παρουσιάζεται στο σχήμα 3-7, εμφανίζεται η αληθής υποτύπωση πλοίου και στόχου.

#### Παράδειγμα 5<sup>ο</sup>:

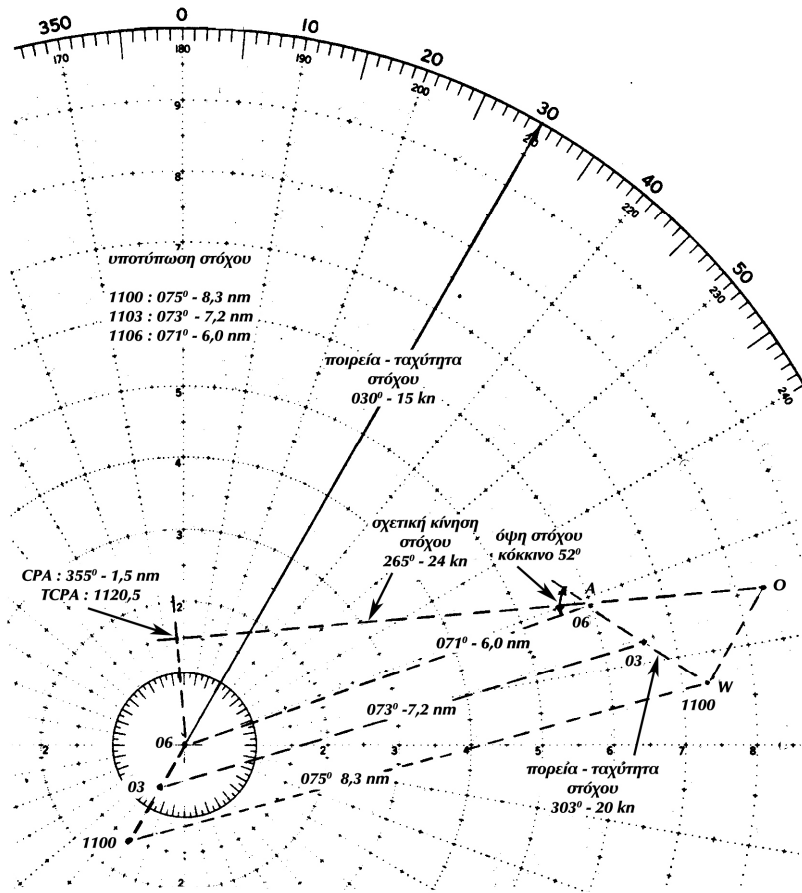
Λαμβάνονται οι παραπλεύρως τρεις διαδοχικές μετρήσεις ενός στόχου ανά 3 min.	1100: 075 <sup>ο</sup> - 8,3 nm
Να ευρεθούν τα στοιχεία της αληθούς (πορεία, ταχύτητα, όψη) και σχετικής (CPA – TCPA) κινήσεως του στόχου. Πλοίο τηρεί πορεία 030 <sup>ο</sup> και ταχύτητα 15 knots.	1103: 073 <sup>ο</sup> - 7,2 nm
	1106: 071 <sup>ο</sup> - 6,0 nm

Λύση:

Στην αληθή κίνηση, το πλοίο θεωρείται ότι κινείται και η κίνησή του πρέπει επίσης να υποτυπωθεί στο αβάκιο χειρισμών. Η κάθε μέτρηση συντεταγμένων του στόχου υποτυπώνεται από την εκάστοτε θέση του πλοίου την χρονική στιγμή της μετρήσεως. Ένας τρόπος είναι να θεωρηθεί ότι το κέντρο του αβακίου αντιπροσωπεύει την θέση του πλοίου κατά την τελευταία μέτρηση όπως δείχνει το σχήμα. Οι λοιπές μετρήσεις υποτυπώνονται από προηγούμενες θέσεις του πλοίου στους αντίστοιχους χρόνους.

Η πρώτη και η τελευταία μέτρηση προσδιορίζουν την πλευρά 'WA' του τριγώνου. Η αληθής πορεία του στόχου είναι η κατεύθυνση της πλευράς WA ήτοι 303<sup>ο</sup>. Η ταχύτητα του στόχου ευρίσκεται κατά τα γνωστά από το διάστημα WA = 2 nm σε χρόνο 6 min, οπότε η ταχύτητα του στόχου είναι 20 knots. Η όψη του στόχου κατά τον χρόνο της τελευταίας μετρήσεως είναι κόκκινο 52<sup>ο</sup>.

Από το σημείο W φέρεται η ευθεία 'WO' η οποία αντιπροσωπεύει την κατεύθυνση και απόσταση την οποία κάλυψε το πλοίο στο ίδιο χρονικό διάστημα, ήτοι WO = 1,5 nm. Η πλευρά 'OA' αντιπροσωπεύει την σχετική κίνηση του στόχου 265<sup>ο</sup> – 24 knots και επομένως, εάν προεκταθεί, ευρίσκονται τα στοιχεία: CPA προς 355<sup>ο</sup> – 1,5 nm περί ώρα 1120,5.



Σχήμα 3-7: Αληθής υποτύπωση σε αβάκιο χειρισμών

Τόσο η σχετική όσο και η αληθής υποτύπωση, είναι εξ ίσου αξιόπιστες πλην όμως από την πρακτική πλευρά αξίζει να σημειωθούν τα ακόλουθα για την αληθή υποτύπωση:

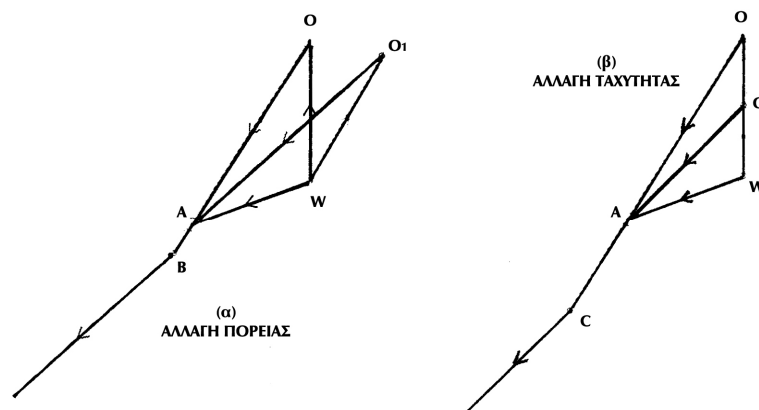
- α. Κάθε θέση στόχου πρέπει να υποτυπώνεται αφού πρώτα υποτυπωθεί η θέση του πλοίου κατά την χρονική στιγμή της μετρήσεως. Η όλη διαδικασία, σε σύγκριση με την σχετική υποτύπωση απαιτεί περισσότερο χρόνο, ιδιαίτερα όταν οι στόχοι είναι περισσότεροι από ένας.
- β. Στην αληθή υποτύπωση επειδή το πλοίο αλλάζει θέση, οι μετρήσεις, εν αντιθέσει με την σχετική υποτύπωση, πρέπει να υποτυπώνονται δια παραλλήλου μεταφοράς.
- γ. Κάθε σφάλμα στην υποτύπωση της θέσεως του πλοίου (για παράδειγμα ένα σφάλμα στην πορεία ή και ταχύτητα) προκαλεί σφάλμα στον υπολογισμό της πορείας και ταχύτητας του στόχου. Το σφάλμα επειδή επαναλαμβάνεται, όταν χαράσσεται η ευθεία 'WO', τα στοιχεία του CPA είναι ορθά.
- δ. Ίσως το πλέον τρωτό σημείο της αληθούς υποτυπώσεως σε αβάκιο χειρισμών είναι ότι η γραμμή της σχετικής κινήσεως είναι πρόσκαιρη. Το εμφανιζόμενο σημείο CPA αναφέρεται σε μία μόνο θέση του πλοίου ενώ για επόμενες θέσεις η γραμμή αυτή αποπροσανατολίζει. Όταν υποτυπώνεται ένας αριθμός στόχων στο ίδιο αβάκιο, οι γραμμές σχετικής κινήσεως, δυνατόν να συσχετίζονται εκ λάθους με διαφορετικές θέσεις του πλοίου προκαλώντας σύγχυση.

Σε γενικές γραμμές η σχετική υποτύπωση σε αβάκιο χειρισμών είναι προτιμότερη από την αληθή υποτύπωση ως ευκολότερη και συντομότερη. Εν τούτοις, η αληθής υποτύπωση σε ανακλαστικό υποτυπωτή παρουσιάζει εξαιρετικά πλεονεκτήματα και αξίζει να μελετηθεί στην συνέχεια.

### 3.2.3 Εκτίμηση ελικτικών στοιχείων στην υποτύπωση

Δια λόγους απλουστεύσεως έγινε η παραδοχή ότι οι αλλαγές πορείας ή και ταχύτητας του στόχου και του πλοίου, πραγματοποιούνται στιγμιαία χωρίς να λαμβάνονται υπόψη ελικτικά στοιχεία. Επειδή οι αλλαγές πορείας ή και ταχύτητας του πλοίου απαιτούν χρόνο εξαρτώμενο από τα ελικτικά χαρακτηριστικά του, δύναται να θεωρηθεί με ικανή προσέγγιση ότι ο στόχος ακολουθεί το πρότερο σχετικό ίχνος για χρονικό διάστημα ίσο με το μισό του απαιτούμενου χρόνου περατώσεως της αλλαγής πορείας ή και ταχύτητας. Ήτοι ο απαιτούμενος χρόνος περατώσεως της αλλαγής ισομοιράζεται μεταξύ των δύο σχετικών προσεγγίσεων.

Στο σχήμα 4-8α, το πλοίο προβαίνει σε αλλαγή πορείας  $30^\circ$  (γωνία  $OWO_1 = 30^\circ$ ). Εάν για αυτή την αλλαγή πορείας απαιτούνται 2 min, ο στόχος θεωρείται ότι διαδρομεί διάστημα AB επί του ίχνους OA το οποίο αντιστοιχεί στον χρόνο 1 min με την σχετική ταχύτητα. Παρομοίως στο σχήμα 4-8β το πλοίο προβαίνει σε αλλαγή ταχύτητας από 16 knots σε 8 knots. Εάν για αυτή την αλλαγή ταχύτητας απαιτούνται 6 min, ο στόχος θεωρείται ότι διαδρομεί διάστημα AC επί του ίχνους OA το οποίο αντιστοιχεί στον χρόνο 3 min με την σχετική ταχύτητα.



Σχήμα 4-8: Εκτίμηση ελικτικών στοιχείων στην υποτύπωση

## 3.3 Υποτύπωση σε ανακλαστικό υποτυπωτή (reflection plotter)

Ο ανακλαστικός υποτυπωτής προσφέρει το πλεονέκτημα να εμφανίζεται η υποτύπωση επάνω στο φόντο της όλης εικόνας ραντάρ και όχι αλλού ξεχωριστά σε συνθήκες διαφορετικού φωτισμού.

### 3.3.1 Υποτύπωση σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως

Η τεχνική υποτυπώσεως σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως επί του ανακλαστικού υποτυπωτή, είναι παρόμοια με την τεχνική σχετικής υποτυπώσεως στο αβάκιο χειρισμών, αλλά πρακτικά είναι ευκολότερη, διότι δεν υφίσταται η ανάγκη να μεταφέρονται οι μετρήσεις από τον ενδείκτη στο αβάκιο. Η ακρίβεια βελτιώνεται για τον ίδιο λόγο.

Η υποτύπωση πρέπει να ξεκινά από την αρχή μετά από κάθε αλλαγή κλίμακας αποστάσεων, αλλά ως αντιστάθμισμα, σε μικρότερες κλίμακες, μεγάλου μεγέθους τρίγωνα OWA σχηματίζονται σε μικρούς χρόνους. Η διαθεσιμότητα του ανακλαστικού υποτυπωτή αυξάνει τον αριθμό των στόχων τους οποίους δύναται ο χειριστής να υποτυπώσει σε οποιαδήποτε κατάσταση. Οι περιορισμοί οι οποίοι είναι συνυφασμένοι με τον προσανατολισμό της εικόνας χωρίς σταθεροποίηση πυξίδας (head-up) πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη.

### 3.3.2 Υποτύπωση σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως

Θεωρητικά η τεχνική υποτυπώσεως σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως, είναι παρόμοια με την τεχνική αληθούς υποτυπώσεως εις το αβάκιο χειρισμών, αλλά πρακτικά είναι απείρως ευκολότερη. Η απαίτηση υποτυπώσεως του πλοίου εξασφαλίζεται εύκολα και σύντομα δια υποτυπώσεως του κέντρου της σαρώσεως επί του ανακλαστικού υποτυπωτή. Σε σχέση με την υποτύπωση σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως, η υποτύπωση αυτή, παρουσιάζει τα ακόλουθα σημαντικά πλεονεκτήματα:

- α. Οι πορείες των στόχων παρέχονται απ' ευθείας με απλή παρατήρηση των ιχνών των στόχων.
- β. Οι χειρισμοί των στόχων είναι γενικά περισσότερο έκδηλοι και ως εκ τούτου δύνανται να εκτιμηθούν απευθείας, ανεξάρτητα από τους χειρισμούς του πλοίου, με απλή παρατήρηση.
- γ. Η συνέχεια του ίχνους των στόχων δεν διαταράσσεται από τους χειρισμούς του πλοίου.

Ως μειονέκτημα πρέπει να αναφερθεί, η μη απευθείας διαθεσιμότητα των στοιχείων CPA. Πάντως είναι σκόπιμη σε αυτή την περίπτωση η χρησιμοποίηση του διακόπτη ελέγχου μηδενικής ταχύτητας (ZERO SPEED CONTROL). Η δυνατότητα αυτή, επιτρέπει την πρόσκαιρη ακινησία του κέντρου της σαρώσεως και έτσι την δημιουργία σχετικής κινήσεως ιχνών σε διάστημα ικανό για να υπολογιστούν τα στοιχεία CPA. Στην συνέχεια ο χειριστής δύναται να επαναφέρει την σωστή είσοδο ταχύτητας, οπότε τα στοιχεία CPA επαληθεύονται εάν οι στόχοι και το πλοίο δεν αλλάξουν πορεία / ταχύτητα. Ο ενδείκτης αληθούς κινήσεως εμφανίζει άμεσα τις τυχόν αλλαγές στα κινηματικά στοιχεία του στόχου ή και του πλοίου.

Με την χρησιμοποίηση του ανακλαστικού υποτυπωτή σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως αυξάνεται ο αριθμός των στόχων οι οποίοι δύνανται να υποτυπωθούν. Οι ναυτιλόμενοι οι οποίοι πλέουν συνήθως σε περιοχές με πυκνή ναυτιλιακή κίνηση προτιμούν αυτή την υποτύπωση, ενώ σε ωκεάνιους πλόες, αρέσκονται περισσότερο στην υποτύπωση σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως.

### 3.3.3 Υποτύπωση σε δύο ενδείκτες

Η σχετική και αληθής υποτύπωση παρέχουν πληροφορίες συμπληρωματικές και δεν είναι η μία καλύτερη από την άλλη. Ο ναυτιλόμενος πρέπει να σταθμίσει τους παράγοντες οι οποίοι διαμορφώνονται από την παρούσα κατάσταση για να επιλέξει. Σε πολλά πλοία δεν υφίσταται το δίλημμα της επιλογής όταν διατίθενται δύο ενδείκτες στην γέφυρα, από τους οποίους τουλάχιστον ο ένας διαθέτει την δυνατότητα ενδείξεως αληθούς κινήσεως. Σε αυτή την περίπτωση, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι επιβάλλεται ο ένας ενδείκτης να λειτουργεί σε σχετική κίνηση και ο άλλος σε αληθή. Έτσι είναι δυνατόν να αποκτώνται τα στοιχεία CPA και TCPA απευθείας από τον ενδείκτη σχετικής κινήσεως, ενώ από τον ενδείκτη αληθούς κινήσεως, οι πορείες, ταχύτητες και η όψη των στόχων. Όλες οι απαιτούμενες πληροφορίες είναι άμεσα διαθέσιμες χωρίς την επίλυση τριγώνων OWA. Τούτο απαλλάσσει από μεγάλη προσπάθεια, συγκρίνοντας με την υποτύπωση σχετικής ή αληθούς κινήσεως σε ένα μόνο ενδείκτη.

Η μόνη πληροφορία η οποία δεν είναι άμεσα διαθέσιμη είναι το προβλεπόμενο CPA έναντι ενός προτεινόμενου δοκιμαστικού χειρισμού (trial maneuver). Όταν υπάρχει μόνο ένας ενδείκτης σχετικής κινήσεως, η επίλυση για δοκιμαστικό χειρισμό δικαιολογείται από το γεγονός ότι όταν το πλοίο εκτελεί χειρισμό, το σχετικό ίχνος όλων των στόχων, όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, αλλάζει. Με πρόχειρη παρατήρηση αυτών των αλλαγών δεν καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα ότι οι αλλαγές οφείλονται αποκλειστικά και μόνο στον χειρισμό του πλοίου. Ο χειρισμός του πλοίου, κάλλιστα αποκρύπτει τυχόν ταυτόχρονο χειρισμό ενός ή περισσότερων στόχων. Μια περισσότερο επικίνδυνη κατάσταση εγκυμονεί, όταν κάποιος στόχος προβαίνει σε τέτοιο χειρισμό ταυτόχρονα, ώστε να εξουδετερώνεται το αποτέλεσμα του χειρισμού του πλοίου. Σε αυτή την περίπτωση είναι απαραίτητη μια όσο γίνεται έγκαιρη προειδοποίηση για τον χειρισμό του στόχου. Με την υποτύπωση σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως, η επίλυση για δοκιμαστικό χειρισμό (trial maneuver), παρέχει την πλέον έγκαιρη προειδοποίηση για κάθε χειρισμό του στόχου και πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά ένα τέτοιο ενδεχόμενο. Επίσης πρέπει να ελέγχεται η αποτελεσματικότητα του χειρισμού του πλοίου, μέχρι ο στόχος αντιπαρέλθει οριστικά όπως επιβάλλει ο κανόνας 8(δ) των COLREGS<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Κανόνας 8(δ): ... Η αποτελεσματικότητα του χειρισμού πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά μέχρις ότου το άλλο πλοίο προσπεράσει (αντιπαρέλθει) οριστικά.

Δεν υπάρχει αμφιβολία επομένως ότι αυτή η πληροφορία είναι χρήσιμη, όμως πρέπει να αναρωτηθεί κανείς μήπως ο χρόνος ο οποίος αναλίσκεται για την σχετική επίλυση, συμβάλλει στην ασφαλή απεμπλοκή από μια επικίνδυνη προσέγγιση ή όχι και ενδεχομένως εάν είναι απαραίτητη αυτή η πληροφορία σε όλες τις περιπτώσεις. Δεν συμφωνούν όλες οι απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα. Η επίλυση για δοκιμαστικό χειρισμό σίγουρα επιτρέπει στον χειριστή να προβλέψει το CPA πριν από την εκτέλεση του χειρισμού και προς τον σκοπό αυτό, η επιλογή του κατάλληλου χειρισμού προκύπτει κατόπιν επιλύσεως με μερικές εναλλακτικές επιλογές δοκιμαστικών χειρισμών.

Ιδιαίτερως όταν είναι διαθέσιμοι δύο ενδείκτες στην γέφυρα, παρέχονται επαρκή στοιχεία. Η υποτύπωση στον ενδείκτη σχετικής κινήσεως εμφανίζει με απλή παρατήρηση τυχόν επικίνδυνη προσέγγιση στόχου, ενώ η υποτύπωση στον ενδείκτη αληθούς κινήσεως:

- Παρέχει απευθείας τις πορείες (και ταχύτητες) των στόχων, ώστε να διευκολύνεται η επιλογή χειρισμού αποφυγής, η οποία υπαγορεύεται από την καλή ναυτική πρακτική και τους COLREGS.
- Διευκολύνει στον έγκαιρο εντοπισμό και εκτίμηση τυχόν χειρισμού του στόχου, τόσο πριν, όσο κατά την διάρκεια και μετά την ολοκλήρωση του τυχόν χειρισμού του πλοίου.

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση του χειρισμού αποφυγής, η υποτύπωση στον ενδείκτη σχετικής κινήσεως αρχίζει να δείχνει τις νέες αποστάσεις διελεύσεως, ώστε να δύναται να πραγματοποιηθεί επιβεβαίωση έγκαιρα ότι ο εκτελεσθείς χειρισμός είναι πράγματι αποτελεσματικός.

Η επιλογή σωστού χειρισμού αποφυγής, είναι αποτέλεσμα εμπειρίας ασφαλούς φυλακής γέφυρας, η οποία αποκτάται με τον χρόνο για να αντιμετωπίζονται καταστάσεις ακόμη και σε περιβάλλον πυκνής ναυτιλιακής κινήσεως, όταν περισσότερα από ένα πλοία προσεγγίζουν επικίνδυνα, ενώ άλλα πλοία πιθανώς να προσεγγίσουν επικίνδυνα όταν αποφασιστούν και εκτελεστούν συγκεκριμένοι χειρισμοί.

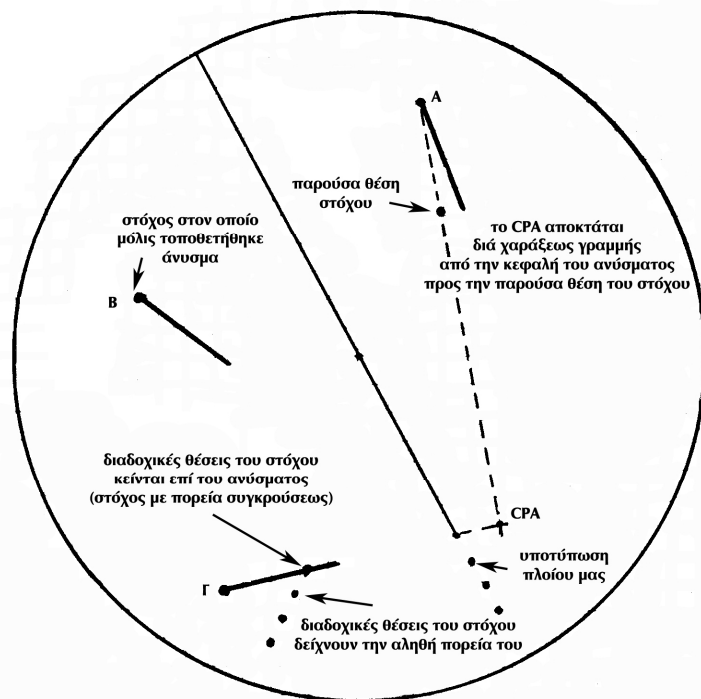
### 3.4 Anti-collision radar

Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, η εταιρεία DECCA σχεδίασε μια αξιόλογη τεχνολογική καινοτομία, γνωστή ως anti-collision radar, η οποία επιτρέπει ευκόλως μέσω του ανακλαστικού υποτυπωτή, την διαθεσιμότητα απευθείας και συγχρόνως, των δεδομένων τόσο της σχετικής όσο και της αληθούς κινήσεως σε ένα και μόνο ενδείκτη, χωρίς να είναι απαραίτητη επίλυση.

Τα ραντάρ με το ανωτέρω σύστημα anti-collision διαθέτουν ένα μικρό αριθμό συνθετικών ανυσμάτων τα οποία καλούνται anti-collision markers. Κάθε ένα από τα ανύσματα, έχει δεδομένο μήκος και ένα ευδιάκριτο στίγμα στο άκρο το απομακρυσμένο από το κέντρο της σαρώσεως.

Το σχήμα 3-9 παρουσιάζει ανύσματα anti-collision τοποθετημένα επί στόχων. Επιλέγεται αληθής κίνηση με σταθεροποίηση ως προς το νερό και το συνθετικό άνυσμα τοποθετείται με το στίγμα του επί του στόχου. Το στίγμα διατηρεί πάντοτε σταθερή διόπτευση και απόσταση από το κέντρο της σαρώσεως. Έτσι κατά την αληθή κίνηση, τα στίγματα κινούνται μαζί με το κέντρο της σαρώσεως, ενώ η αρχική κατεύθυνση των ανυσμάτων παραμένει αναλλοίωτη. Εκτελείται υποτύπωση στον ανακλαστικό υποτυπωτή, οπότε είναι απευθείας διαθέσιμα τα στοιχεία πορείας, ταχύτητας και όψεως των στόχων, ενώ η γραμμή η οποία συνδέει το στίγμα του ανύσματος και την παρούσα θέση του στόχου εάν προεκταθεί δίδει ένδειξη του CPA. Στην ιδιαίτερη περίπτωση μηδενικού CPA, ο στόχος κινείται επί του ανύσματος.

Το μέγιστο πλεονέκτημα αποκομίζεται με την αληθή κίνηση, λόγω της ευκολίας με την οποία τυχόν χειρισμοί των στόχων γίνονται αντιληπτοί άμεσα και έγκαιρα. Ένας ενδείκτης με ανύσματα anti-collision καθίσταται ισοδύναμος με δύο ενδείκτες, ο ένας εκ των οποίων λειτουργεί σε αληθή κίνηση, με την διαφορά ότι τίθενται περιορισμοί στον αριθμό των διαθέσιμων ανυσμάτων. (Το PE DECCA 1226 διαθέτει μόνο πέντε (5) anti-collision markers). Τέλος πρέπει να έχει κανείς υπόψη ότι μετά από κάθε χειρισμό του πλοίου διαταράσσεται η σχετική υποτύπωση των στόχων και επομένως πρέπει να τοποθετηθούν εκ νέου τα ανύσματα.



Σχήμα 3-9: Ανύσματα anti-collision

### 3.5 Συστήματα χειροκινήτου υποτυπώσεως

Σε αυτά τα συστήματα, τα οποία καλούνται EPA (electronic plotting aids), ο χειριστής υποδεικνύει τις θέσεις των στόχων δια τοποθετήσεως του κάρσορα επί των στόχων και ενεργοποιήσεως ενός κομβίου. Ο χρόνος και οι συντεταγμένες του κάρσορα (και συνεπώς του στόχου) αποθηκεύονται σε μνήμη ηλεκτρονικού επεξεργαστή. Με τις διαδοχικές υποδείξεις θέσεων, ο επεξεργαστής υπολογίζει τα κινηματικά στοιχεία του στόχου τα οποία εμφανίζονται σε οθόνη υπό μορφή κειμένου, ενώ επί του στόχου εμφανίζεται άνυσμα, το οποίο αντιπροσωπεύει την πορεία και ταχύτητά του. Με επιλογή σχετικής κινήσεως υπολογίζονται τα δεδομένα της σχετικής κινήσεως και με επιλογή αληθούς κινήσεως, τα δεδομένα της αληθούς κινήσεως. Ο αριθμός των χειροκίνητα παρακολουθούμενων στόχων είναι περιορισμένος.

Αυτή η τεχνική, παρέχει μια σύντομη και απλή μέθοδο για την υποτύπωση συστηματικών παρατηρήσεων, αλλά ο αριθμός των στόχων τους οποίους ένας χειριστής δύναται να ενημερώνει είναι περιορισμένος. Πρέπει να σημειωθεί ότι ένα τέτοιο σύστημα δεν συνιστά αυτόματη υποτύπωση διότι ο χειριστής πάντοτε υποδεικνύει τις νέες θέσεις των στόχων.

### 3.6 Παράγοντες επηρεάζοντες την ακρίβεια της υποτυπώσεως

Ο ναυτιλόμενος πρέπει να γνωρίζει την ακρίβεια η οποία παρέχεται από την υποτύπωση, όπως παρουσιάστηκε μέχρι τώρα. Η ακρίβεια επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά της ίδιας της συσκευής, την επιδεξιότητα του χειριστή και την επιμέλειά του στην υποτύπωση.

Υπεισέρχονται σφάλματα στις μετρήσεις διοπτύσεων και αποστάσεων, αλλά και στα συμπληρωματικά δεδομένα της πορείας και ταχύτητας του πλοίου, απαραίτητα στην υποτύπωση, καθώς και στο χρονικό διάστημα μεταξύ των παρατηρήσεων. Τα σφάλματα, τα οποία κατά κανόνα είναι τυχαίας μορφής, προσδιορίζουν ένα κύκλο αβεβαιότητας γύρω από την θέση η οποία υποτυπώνεται κάθε φορά.

Σημείωση: Η δυνατότητα ενδείξεως των μετρήσεων δεν πρέπει να συγχέεται με την ακρίβεια αυτών των ίδιων των μετρήσεων. Για παράδειγμα η μέτρηση της διοπτύσεως δύναται να πραγματοποιηθεί με ένα

δεκαδικό ψηφίο +/- 0,1<sup>ο</sup> αλλά η ακρίβεια να είναι χειρότερη από 2° εάν υπάρχει σφάλμα στην μετάδοση της διοπτύσεως από την κεραία στον ενδείκτη.

### 3.6.1 Ακρίβεια διοπτύσεων και αποστάσεων

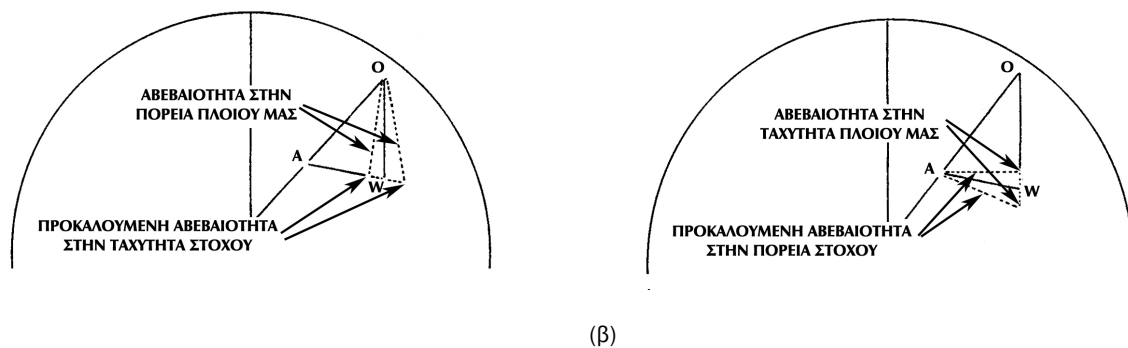
Σφάλματα στις μετρήσεις διοπτύσεων και αποστάσεων προκύπτουν από τις αιτίες οι οποίες αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

### 3.6.2 Ακρίβεια στην πορεία και ταχύτητα του πλοίου

Το σφάλμα γυροπυξίδας κατά κανόνα είναι μικρό και σχετικά σταθερό και έτσι προκαλεί σφάλματα μικρά και σταθερά στην πορεία και ταχύτητα του στόχου. Βεβαίως εάν το πλοίο ευρεθεί εκτός πορείας για κάποιο χρονικό διάστημα και αυτό δεν ληφθεί υπόψη στην υποτύπωση, τα εξαγόμενα στοιχεία είναι τελείως λανθασμένα.

Το σφάλμα ταχύτητας είναι και το σοβαρότερο, δεδομένου ότι οι συσκευές οι οποίες μετρούν την ταχύτητα του πλοίου πολλές φορές δεν λειτουργούν αξιόπιστα για διάφορους λόγους. Όσο μικρότερη είναι η ταχύτητα του πλοίου, τόσο η αβεβαιότητα είναι μεγαλύτερη. Η υποτύπωση παρουσιάζει κατά κανόνα μεγάλα σφάλματα όταν το πλοίο και τα άλλα πλοία κινούνται με μικρή ταχύτητα και έτσι θα συμβαίνει κατά τον πλου σε ομίχλη. Πάντως σε αυτή την περίπτωση υπάρχει περισσότερος χρόνος δια την λήψη περισσότερων μετρήσεων.

Στο τρίγωνο OAW, η θέση W προσδιορίζεται από την ακρίβεια των στοιχείων πορείας και ταχύτητας του πλοίου. Ένα σφάλμα στην πορεία του πλοίου, προκαλεί αβεβαιότητα στην ταχύτητα του στόχου, όπως δείχνει το σχήμα 3-10α, ενώ ένα σφάλμα στην ταχύτητα του πλοίου, προκαλεί αβεβαιότητα στην πορεία του στόχου, όπως δείχνει το σχήμα 3-10β.



Σχήμα 3-10: Σφάλματα λόγω ανακρίβειας (α) στην πορεία του πλοίου, (β) στην ταχύτητα του πλοίου.

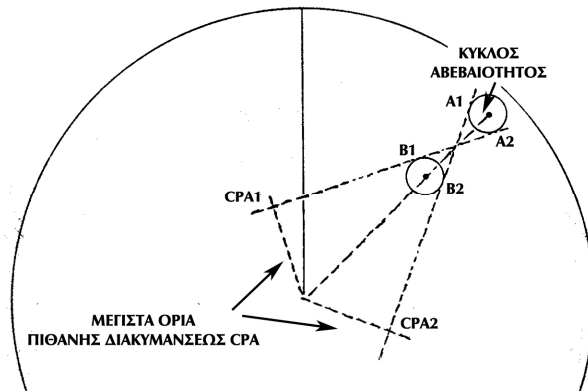
### 3.6.3 Ακρίβεια στο χρονικό διάστημα μεταξύ των παρατηρήσεων

Ο χρόνος σε κάθε παρατήρηση καταγράφεται συνήθως με ακρίβεια ακεραίου λεπτού της ώρας και έτσι σφάλμα στο χρονικό διάστημα μεταξύ των παρατηρήσεων είναι σύνηθες. Η θέση A της τελευταίας παρατηρήσεως δυνατόν να υποτυπώνεται στην σωστή θέση αλλά το μετρούμενο χρονικό διάστημα μεταξύ των παρατηρήσεων να είναι λανθασμένο. Αποτέλεσμα αυτού είναι η σχετική ταχύτητα και ο χρόνος TCPA να είναι λανθασμένα. Επί πλέον επειδή το χρονικό διάστημα μεταξύ παρατηρήσεων χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του μήκους της πλευράς OW του τριγώνου OWA, ένα σφάλμα εδώ, έχει το ίδιο αποτέλεσμα όπως και ένα σφάλμα στην ταχύτητα του πλοίου.

### 3.6.4 Ακρίβεια CPA

Τυχαία σφάλματα στην μέτρηση διοπτύσεων και αποστάσεων του στόχου προσδιορίζουν ένα κύκλο αβεβαιότητας στην θέση υποτυπώσεως αυτού. Στο σχήμα 3-11, οι διαδοχικές θέσεις υποτυπώσεως του

στόχου δείχνουν πορεία συγκρούσεως. Όμως εάν ληφθεί υπόψη το μέγιστο σφάλμα, δηλαδή ότι η θέση στόχου είναι στο σημείο A1 και μετά από λίγο στο σημείο B2 ή εναλλακτικά στο σημείο A2 και μετά από λίγο στο σημείο B1, τότε το CPA του στόχου θα κυμαίνεται μεταξύ αποστάσεως CPA1 αριστερά μέχρι CPA2 δεξιά.



Σχήμα 3-11: Ακρίβεια CPA

Η ακρίβεια της υποτυπώσεως δύναται να βελτιωθεί με τους παρακάτω τρόπους:

- Βελτίωση της αξιοπιστίας των μετρήσεων της ίδιας της συσκευής με κατάλληλη επιλογή παραμέτρων λειτουργίας (δηλαδή μείωση των κύκλων αβεβαιότητας).
- Υποτύπωση περισσότερων παρατηρήσεων: Αυτό έχει το πλεονέκτημα του αμέσου ελέγχου της αξιοπιστίας μίας μετρήσεως αλλά και του προσδιορισμού μίας μέσης γραμμής η οποία διέρχεται από τις υποτυπωμένες θέσεις.

Συνιστάται να συνεχίζεται η υποτύπωση για ικανό χρονικό διάστημα ώστε ο στόχος να καλύπτει διάστημα τουλάχιστον 20% της ακτίνας του ενδείκτη. Για παράδειγμα η απόσταση OA πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,4 nm όταν χρησιμοποιείται κλίμακα 12 nm.

### 3.7 Άλλα ζητήματα αφορώντα την υποτύπωση

Για περισσότερη ευκολία και ευελιξία, οι παρατηρήσεις πρέπει να πραγματοποιούνται σε χρονικά διαστήματα σταθερά (πχ κάθε 3 min). Ενδιάμεσες παρατηρήσεις απαιτούνται όταν υπάρχει υπόνοια ότι μία αλλαγή στην πορεία ή και ταχύτητα του στόχου εγκυμονεί κατάσταση επικινδύνου προσεγγίσεως ή συγκρούσεως.

Όλες οι διοπτεύσεις υποτυπώνονται αληθείς. Εάν η συσκευή δεν διαθέτει είσοδο σήματος από γυροπυξίδα, ο δίσκος διοπτεύσεων – στις παλαιότερης τεχνολογίας συσκευές – πρέπει να στέφεται ώστε η γραμμή πλήρης να δείχνει την στιγμιαία πορεία, οπότε οι διοπτεύσεις αναγιγνώσκονται αληθείς.

Τα υπολογιζόμενα στοιχεία του στόχου από την υποτύπωση, ισχύουν για τον χρόνο της τελευταίας παρατηρήσεως. Έτσι ο χειριστής πρέπει να τηρείται σε εγρήγορση για τυχόν αλλαγές στα κινηματικά στοιχεία του στόχου οι οποίες συμβαίνουν μετά την τελευταία παρατήρηση. Κάθε αλλαγή στην πορεία ή και ταχύτητα του στόχου δεν γίνεται άμεσα αντιληπτή δια της σχετικής υποτυπώσεως, εκτός και εάν είναι σημαντική.

Επιπροσθέτως των παραπάνω παραγόντων, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η υποτύπωση στον ανακλαστικό υποτυπωτή σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως, δεν επηρεάζεται κατά την αλλαγή κλίμακας για μικρό χρονικό διάστημα και επαναφορά στην πρότερη κλίμακα. Αντίθετα σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως, η αλλαγή κλίμακας προκαλεί την μετακίνηση του κέντρου στις σαρώσεως με διαφορετικό ρυθμό και επομένως κατά την επαναφορά στην πρότερη κλίμακα η όλη υποτύπωση παρουσιάζει ασυνέχεια και δεν είναι δυνατόν να συνεχιστεί.



### 3.8 Επίλυση προβλημάτων σχετικής κινήσεως τριγωνομετρικά

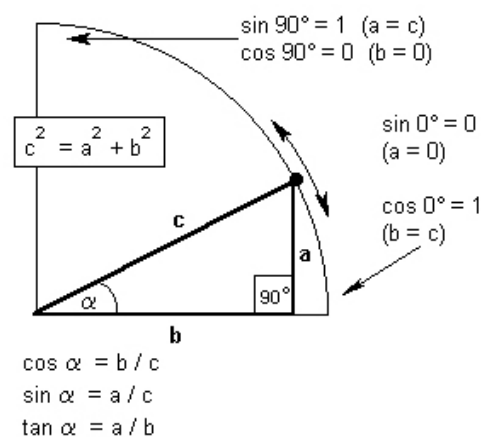
Τα προβλήματα σχετικής κινήσεως επιλύονται παραδοσιακά με την γραφική μέθοδο σε αβάκια χειρισμών ή σε ανακλαστικό υποτυπωτή ραντάρ όπως ακριβώς επεξηγήθηκε μέχρι τώρα. Αν και η τριγωνομετρική επίλυση σε υπολογιστή ή και απλή αριθμομηχανή σπάνια διδάσκεται, εν τούτοις συνιστά μία εναλλακτική αποτελεσματική και εφαρμόσιμη πρόταση, επειδή είναι συντομότερη και ακριβέστερη. Το απαιτούμενο υπόβαθρο μαθηματικών είναι κυρίως βασικές τριγωνομετρικές σχέσεις. Μια σύντομη επανάληψη των ορισμών και δύο θεωρημάτων τα οποία είναι βασικά για την επίλυση των προβλημάτων σχετικής κινήσεως παρατίθεται στην συνέχεια.

#### 3.8.1 Επανάληψη τριγωνομετρίας

Το παραπλεύρως σχήμα παρουσιάζει τις βασικές τριγωνομετρικές σχέσεις σε ένα ορθογώνιο τρίγωνο με πλευρές 'a', 'b' και υποτείνουσα 'c'. Το Πυθαγόρειο θεώρημα εκφράζει την σχέση των πλευρών ως:

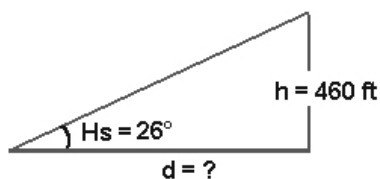
$$c^2 = a^2 + b^2$$

Οι βασικές τριγωνομετρικές σχέσεις ημιτόνου (sin) συνημίτονου (cos) και εφαπτομένης (tan) εκφράζονται συναρτήσει των πλευρών του τριγώνου ως εξής επί τη βάση του παραπλεύρως σχήματος:



- $\sin \alpha = \frac{a}{c}$  (λόγος της απέναντι πλευράς / προς την υποτείνουσα)
- $\cos \alpha = \frac{b}{c}$  (λόγος της προσκείμενης πλευράς προς την υποτείνουσα)
- $\tan \alpha = \frac{a}{b}$  (λόγος της απέναντι πλευράς προς την προσκείμενη)

Εάν υποτεθεί ότι κύκλος έχει μοναδιαία ακτίνα ( $c = 1$ ) τότε:  $\sin \alpha = a$ ,  $\cos \alpha = b$



Με τις ανωτέρω τριγωνομετρικές σχέσεις επιλύονται πολλά από τα προβλήματα της παραδοσιακής ναυτιλίας. Για παράδειγμα εάν το ύψος ενός φανού από την επιφάνεια της θάλασσας είναι  $h = 460$  ft και με τον εξάντα μετρείται η γωνία  $H_s = 26^\circ$ , τότε η απόσταση 'd' δίδεται από την σχέση:

$$d = \frac{h}{\tan(H_s)} = \frac{460}{\tan 26^\circ} = 943 \text{ ft} = 314 \text{ yards}$$

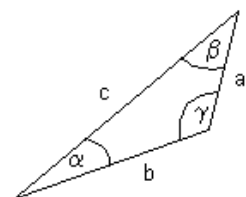
Όταν το τρίγωνο δεν είναι ορθογώνιο, οι σχέσεις των πλευρών και γωνιών εκφράζονται με τον νόμο των ημιτόνων και τον νόμο των συνημίτονων ως εξής:

Νόμος των ημιτόνων (παραπλεύρως σχήμα):

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$$

Νόμος συνημίτονων:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos(\alpha),$$



$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos(\beta),$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos(\gamma)$$

Η τρίτη σχέση αποτελεί γενίκευση του Πυθαγορείου θεωρήματος καθόσον δια  $\gamma = 90^\circ$  προκύπτει:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Αντίστροφες τριγωνομετρικές συναρτήσεις:

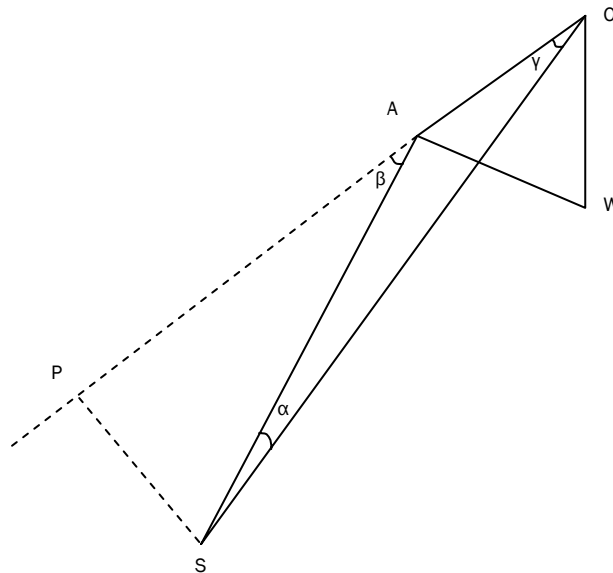
Η συνάρτηση  $y = \sin^{-1}(x)$  καλείται αντίστροφη τριγωνομετρική συνάρτηση ημιτόνου. ( $y$ ) είναι η γωνία της οποίας το ημίτονο είναι ( $x$ ) όπου  $-1 \leq x \leq +1$ . Για παράδειγμα η γωνία η οποία έχει ημίτονο 0,891 είναι  $y = \sin^{-1}(0,891) = 63^\circ$ .

Η συνάρτηση  $y = \cos^{-1}(x)$  καλείται αντίστροφη τριγωνομετρική συνάρτηση συνημίτονου. ( $y$ ) είναι η γωνία της οποίας το συνημίτονο είναι ( $x$ ) όπου  $-1 \leq x \leq +1$ . Για παράδειγμα η γωνία η οποία έχει συνημίτονο 0,891 είναι  $y = \cos^{-1}(0,891) = 27^\circ$ .

Η συνάρτηση  $y = \tan^{-1}(x)$  καλείται αντίστροφη τριγωνομετρική συνάρτηση εφαπτομένης. ( $y$ ) είναι η γωνία της οποίας η εφαπτομένη είναι ( $x$ ) όπου  $-\infty \leq x \leq \infty$ . Για παράδειγμα η γωνία η οποία έχει εφαπτομένη 1,5 είναι  $y = \tan^{-1}(1,5) = 56,3^\circ$ .

### 3.8.2 Επίλυση τριγώνου σχετικής κινήσεως

Έστω η πρώτη μέτρηση του στόχου στο σημείο (O) με συντεταγμένες διοπτύσεως και αποστάσεως ( $B_0, R_0$ ) και η τελευταία μέτρηση στο σημείο (A) με συντεταγμένες διοπτύσεως και αποστάσεως ( $B_A, R_A$ ) μετά από χρόνο (T). Έστω (S) το κέντρο του αβακίου (πλοίο μας) και (P) το σημείο CPA στην τομή της προεκτάσεως της echo line (OA) με την κάθετο από το σημείο (S) (σχήμα 3-12).



Σχήμα 3-12: Εύρεση CPA τριγωνομετρικά

Από το τρίγωνο SAO:

$$\alpha = |B_0 - B_A|$$

$$(OA)^2 = (R_0)^2 + (R_A)^2 - 2(R_0)(R_A) \cos \alpha$$

$$(OA) / \sin \alpha = R_2 / \sin \gamma \rightarrow \sin \gamma = [R_2 / (OA)] * \sin \alpha \rightarrow \gamma = \sin^{-1} [(R_2 / (OA)) * \sin \alpha]$$

Από την (OA) και τον χρόνο T σε (min) ευρίσκεται η ταχύτητα σχετικής κινήσεως (SRM = speed of relative motion)

$$SRM = (OA) / (T/60)$$

και από την γωνία ( $\gamma$ ), η κατεύθυνση της σχετικής κινήσεως (DRM = direction of relative motion). Προς τούτο στην  $B_0$  προστίθενται  $180^\circ$  εάν  $B_0 < 180^\circ$  ή αφαιρούνται  $180^\circ$  εάν  $B_0 > 180^\circ$  και στην προκύπτουσα γωνία προστίθεται η γωνία ( $\gamma$ ) εάν  $B_A < B_0$  ή αφαιρείται η γωνία ( $\gamma$ ) εάν  $B_A > B_0$ .

$$DRM = (B_0 \pm 180^\circ) \pm \gamma$$

Για την εύρεση του CPA είναι απαραίτητη η επίλυση του ορθογωνίου τριγώνου SAP. Αρχικά ευρίσκεται η οξεία ( $< 90^\circ$ ) γωνία ' $\beta$ ' μεταξύ της DRM και της αντιθέτου προς την τελευταία διόπτουσα  $B_A$ . Στην  $B_A$  προστίθενται  $180^\circ$  εάν  $B_A < 180^\circ$  ή αφαιρούνται  $180^\circ$  εάν  $B_A > 180^\circ$ . Η προκύπτουσα γωνία αφαιρείται από την DRM και λαμβάνεται η απόλυτη τιμή. Έτσι:

$$\beta = |DRM - (B_A \pm 180^\circ)|$$

στην συνέχεια:

$$CPA = (SP) = R_A * \sin (\beta)$$

Ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για να φθάσει ο στόχος στο σημείο P είναι:

$$(AP) / SRM = [(R_A * \cos (\beta)) / SRM]$$

Ο αναγνώστης καλείται να επιλύσει το τρίγωνο αληθούς κινήσεως OWA για την εύρεση της πορείας και ταχύτητας του στόχου.



## Κεφάλαιο 4

### Χρησιμοποίηση Ραντάρ για Ασφαλή Ναυσιπλοΐα

---

#### 4.1 Εισαγωγή

Η χρήση του ραντάρ για ασφαλή ναυσιπλοΐα επικεντρώνεται σε δύο διακεκριμένες φάσεις:

- α. Στην φάση της προσγειώσεως σε ακτές (landfall navigation).
- β. Στην φάση της ακτοπλοΐας (coastal navigation).

Ο ναυτιλόμενος πρέπει να γνωρίζει τους τρόπους με τους οποίους το ραντάρ δύναται να βελτιστοποιηθεί για την κάθε μία από τις ανωτέρω φάσεις. Στην περίπτωση διαθεσιμότητας μίας συσκευής ραντάρ, η ευελιξία περιορίζεται στην επιλογή διάρκειας παλμού, PRF και κλίμακας και συγχρόνως στις κατάλληλες ρυθμίσεις GAIN και ANTI-CLUTTER (SEA / RAIN). Στην περίπτωση διαθεσιμότητας δύο συσκευών ραντάρ, η ευελιξία αλλά και η αξιοπιστία είναι πολύ μεγαλύτερη, ιδιαίτερα εάν οι συσκευές είναι πλήρως διασυνδεδεμένες κατά τρόπον ώστε βασικές μονάδες της μίας συσκευής να διασυνδέονται στην άλλη (πχ οι κεραίες ή οι ενδείκτες να είναι εναλλάξιμοι). Στον επόμενο πίνακα 4-1, συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά τα οποία είναι συνυφασμένα με τις επί μέρους παραμέτρους του ραντάρ.

Παράμετρος	Χαρακτηριστικά	
Ισχύς πομπού	Μεγάλη: Προσφέρει μεγάλη απόσταση εντοπισμού και διάτρηση περιοχών καιρικών φαινομένων	Μικρή: Ελαχιστοποιεί τις ηχώ second trace σε μικρές αποστάσεις
Μήκος κύματος	3 cm: Προσφέρει καλή λεπτομέρεια και ευκρίνεια στην αποτύπωση της ερευνώμενης περιοχής	10 cm: Ελαχιστοποιεί ανεπιθύμητες επιστροφές θαλάσσης και καιρικών φαινομένων
Διάρκεια παλμού	Μεγάλη: Προσφέρει μεγάλη απόσταση εντοπισμού και διάτρηση περιοχών καιρικών φαινομένων	Μικρή: Προσφέρει καλή διακρίβωση κατ' απόσταση και ελαχιστοποιεί τις ανεπιθύμητες επιστροφές θαλάσσης και καιρικών φαινομένων
Οριζόντιο εύρος δέσμης	Μικρό: Προσφέρει καλή διακρίβωση κατά διόπτευση	Μεγάλο: Προσφέρει μεγαλύτερες πιθανότητες εντοπισμού (αύξηση αριθμού παλμών επί στόχου ανά περιστροφή κεραίας)
Ύψος κεραίας	Μεγάλο: Προσφέρει μεγάλη απόσταση εντοπισμού (ορίζοντα) – Ελαχιστοποιεί νεκρούς τομείς και τομείς σκιάς	Μικρό: Ελαχιστοποιεί την έκταση των θαλασσίων επιστροφών
Τοποθεσία της κεραίας	Επί της γραμμής διαμήκους: Προσφέρεται για πλοήγηση	Εκτός γραμμής διαμήκους: Προσφέρει εναλλακτικό σχεδιάγραμμα νεκρών τομέων
Κλίμακα	Μεγάλη: Παρέχει έγκαιρη προειδοποίηση	Μικρή: Προσφέρει ευκρίνεια εικόνας και είναι κατάλληλη για έρευνα σε περιβάλλον ανεπιθύμητων επιστροφών
Τρόπος ενδείξεως	Σχετική κίνηση: Παρέχει με απλή παρατήρηση τα στοιχεία CPA, TCPA στόχου	Αληθής κίνηση: Παρέχει με απλή παρατήρηση τα στοιχεία πορείας, ταχύτητας και όψεως στόχου

Πίνακας 4-1: Χαρακτηριστικά συνυφασμένα με τις επί μέρους παραμέτρους του ραντάρ

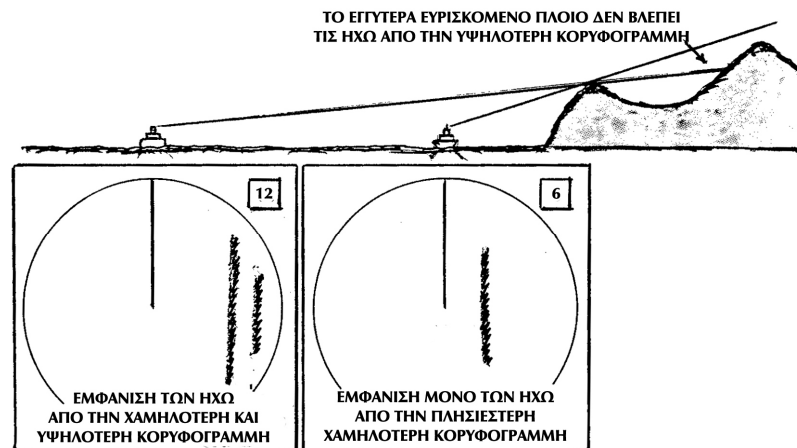
## 4.2 Φάση προσεγγίσεως

Οι ενδείξεις ραντάρ είναι πάντοτε χρήσιμες σε όλες τις φάσεις της προσεγγίσεως σε ακτές, ιδιαίτερα υπό συνθήκες χαμηλής ορατότητας. Κατά την προσέγγιση σε ακτές, προέχει ο εντοπισμός και αμέσως μετά, η αναγνώριση, η οποία είναι εξαιρετικά δυσχερής, καθόσον οι ηχώ ξηράς σε μεγάλες αποστάσεις δεν είναι εύκολα αναγνωρίσιμες και συνεπώς στίγματα από σημεία στην ξηρά σε μεγάλες αποστάσεις δεν είναι αξιόπιστα.

Ισχυρές επιστροφές λαμβάνονται από τμήματα της ξηράς, των οποίων η όψη ευνοεί ανακλάσεις προς την διεύθυνση της προσπτώσεως της ακτινοβολίας, σε σχέση με την θέση της κεραίας. Επομένως η εικόνα ραντάρ δυνατόν να αλλάζει κατά την προσέγγιση σε ακτές, καθώς η όψη των ιδίων τμημάτων ξηράς, αλλάζει συνεχώς και καθώς τμήματα ξηράς αποκαλύπτονται υπεράνω του ορίζοντα ραντάρ.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι το φαινόμενο multi-path, ένεκα του οποίου, ο κατακόρυφος λοβός διασπάται σε πολλούς, με μέγιστα και ελάχιστα. Αυτή η ανομοιόμορφη κατανομή της ακτινοβολούμενης ενέργειας έχει εξαιρετική επίδραση στις ηχώ των τμημάτων της ξηράς, με μεγάλο ύψος. Σε μεγάλες αποστάσεις τα ελάχιστα καλύπτουν μεγάλους κατακόρυφους τομείς, οπότε κατά την προχώρηση του πλοίου, οι μεγάλες αυτές επιφάνειες ξηράς μεταπηδούν διαδοχικά από τα μέγιστα στα ελάχιστα ή και αντιστρόφως. Αυτό δίδει την αφορμή μεγάλα τμήματα ξηράς μετά τον πρώτο θετικό εντοπισμό τους να εξαφανίζονται, χωρίς απαραίτητα αυτό να οφείλεται στην αλλαγή όψεως, ενώ στην συνέχεια εισχωρούν σε έναν από τους κατακόρυφους λοβούς και εμφανίζονται εκ νέου.

Καθώς το πλοίο αλλάζει συνεχώς θέση κατά την προχώρησή του, η όψη των ηχώ από την ξηρά και η διεύθυνση των περιοχών σκιάς δυνατόν να αλλάζει και τούτο περιπλέκει περισσότερο την συσχέτιση της εικόνας ραντάρ με τον ναυτιλιακό χάρτη. Αναλόγως της μορφολογίας της περιοχής, η κατακόρυφη σκίαση επιδρά ποικιλοτρόπως στην εικόνα ραντάρ. Στο σχήμα 3-1, η υψηλότερη κορυφογραμμή στην μεγαλύτερη απόσταση εμφανίζεται σε μεγαλύτερες αποστάσεις, αλλά σκιάζεται όταν το πλοίο πλησιάσει.



Σχήμα 3-1: Αποτέλεσμα κατακόρυφου σκιάσεως

Εάν ο ναυτιλόμενος γνωρίζει την τοπογραφία της περιοχής και προς ποια κατεύθυνση πρέπει να ερευνήσει, μία ελάχιστη στιγμιαία αύξηση του GAIN βοηθά τον αρχικό εντοπισμό. Η δυνατότητα 'ECHO STRETCHING' κατά την οποία οι ηχώ εμφανίζονται με μεγαλύτερη επιμήκυνση από την κανονική, βοηθά επίσης στον αρχικό εντοπισμό.

Για την σωστή αναγνώριση των ηχώ ξηράς:

- α. Αναζητούνται στον ναυτιλιακό χάρτη σημεία τα οποία ευκόλως δύνανται να εντοπιστούν και να αναγνωριστούν από το ραντάρ. Οι ραδιοσημαντήρες (RACON) με κωδικοποίηση, συνιστούν τους πλέον ευκόλως και θετικά αναγνωρίσιμους στόχους, αν και η απόσταση εντοπισμού τους, πιθανώς

να περιορίζεται από το ύψος της κεραίας τους. Για τους ραδιοσημαντήρες γίνεται λόγος στο παρόν κεφάλαιο. Η θετική τους αναγνώριση, δεν δίδει μόνο την ευκαιρία ακριβούς στίγματος, αλλά επιτρέπει και την αναγνώριση παραπλήσιων χαρακτηριστικών της ξηράς δια συσχετισμού με την τοπογραφία της περιοχής.

- β. Στον ναυτιλιακό χάρτη, σημειώνονται τα τμήματα της ξηράς τα οποία θεωρούνται ότι δίδουν ικανοποιητική ηχώ και υπολογίζονται οι θεωρητικές αποστάσεις εντοπισμού επί τη βάση του ύψους αυτών και της κεραίας του ραντάρ. Ο ακόλουθος πίνακας 4-2 παρέχει τις αποστάσεις ορίζοντα ραντάρ συναρτήσει του ύψους κεραίας ή και στόχου υπό κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες. Λαμβάνεται υπόψη η επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών στις μέγιστες αποστάσεις εντοπισμού καθώς επίσης και οι ανακλαστικές ιδιότητες των στόχων ξηράς (όψη, επιφάνεια, σχήμα, μέγεθος, σύσταση εδάφους κοκ). Από τα παραπάνω, εκτιμάται η πιθανή μέγιστη απόσταση εντοπισμού. Προτιμώνται απομονωμένοι στόχοι για εύκολη αναγνώριση (πχ βραχονησίδες). Πληροφορίες για στόχους ξηράς οι οποίοι προσφέρουν την ευκαιρία εντοπισμού τους από μεγάλες αποστάσεις δύνανται να ληφθούν από τους σχετικούς πίνακες μέγιστων αποστάσεων ραντάρ στην έκδοση ADMIRALTY SAILING DIRECTIONS (reported radar ranges) και από τους πλοηγούς της περιοχής. Είναι δε χρήσιμο, όταν εντοπίζεται θετικά ένας στόχος ξηράς, να καταχωρείται και να σημειώνεται για χρήση σε μελλοντική προσέγγιση στην ίδια περιοχή.

Ύψος κεραίας / αντικειμένου σε		Απόσταση ραντάρ σε nm	Ύψος κεραίας / αντικειμένου σε		Απόσταση ραντάρ σε nm
feet	meters		feet	meters	
18	5,5	5	215	66	18
24	7,3	6	240	73	19
32	9,8	7	265	81	20
42	12,8	8	320	98	22
54	16,5	9	380	116	24
66	20,1	10	445	136	26
80	24,4	11	520	159	28
95	29	12	595	182	30
111	34	13	680	208	32
130	40	14	770	235	34
150	46	15	860	262	36
170	52	16	960	293	38
190	58	17	1060	323	40

Πίνακας 4-2: Αποστάσεις ορίζοντα ραντάρ (κατά προσέγγιση)<sup>1</sup>

- γ. Κατά την προσπάθεια διερμηνεύσεως της εικόνας ραντάρ, απαιτείται προσοχή διότι εκείνο το οποίο εμφανίζεται ως ακτογραμμή, δυνατόν να προέρχεται από επιστροφές υπερκειμένων επιφανειών εδάφους στα ενδότερα. Αδυναμία κατανόησής αυτού, δυνατόν να οδηγήσει σε επικίνδυνο λάθος, διότι η μέτρηση αποστάσεως δείχνει ότι το πλοίο ευρίσκεται περισσότερο απομακρυσμένο από την ακτή, ενώ στην πραγματικότητα ευρίσκεται πλησιέστερα. Επιπλέον να ληφθεί υπόψη, ότι καθώς η απόσταση από την ακτή μειώνεται, όλο και εγγύτερα τμήματα της ξηράς αποκτούν ορίζοντα και εμφανίζονται. Έτσι δημιουργείται η εσφαλμένη εντύπωση ότι υπάρχει ισχυρό ρεύμα το οποίο παρασύρει το πλοίο προς την ξηρά.

<sup>1</sup> Για παράδειγμα η απόσταση εντοπισμού στόχου με ύψος 860 ft και ύψος κεραίας 12,8 m είναι: 8+32=40 nm

- δ. Για την μεγιστοποίηση της πιθανότητας αναγνώρισεως στόχων πρέπει να γίνεται εκμετάλλευση της διατάξεως διασυνδέσεως των δύο ραντάρ όπου υπάρχει, για να αποκτηθεί η καλύτερη διακρίβωση και ευαισθησία του δέκτη σε συνδυασμό με την ισχύ του πομπού και το ύψος κεραίας.

Συμπερασματικά, είναι θεμελιώδους σημασίας να μη εμπιστεύεται κανείς στίγματα από σημεία ξηράς, τα οποία δεν έχουν θετικά αναγνωριστεί. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, από την φύση του ραντάρ και τους περιορισμούς του, αυτή η αναγνώριση είναι σχεδόν χωρίς εξαίρεση, εξαιρετικά δύσκολη σε μεγάλες αποστάσεις. Πολλές προσαράξεις έχουν συμβεί σε πλοία τα οποία προσδιόρισαν το στίγμα τους με διοπτρεύσεις και αποστάσεις από εσφαλμένως αναγνωρισμένα σημεία της ξηράς, στον ναυτιλιακό χάρτη. Όταν κάποιο σημείο της ξηράς εμφανίζεται στον ενδείκτη, συνήθως του προσδίδεται άμεσα και αβασάνιστα η αναγνώριση η οποία βολεύει και συμφωνεί με την αναμέτρηση. Αυτή η τακτική είναι επικίνδυνη και πρέπει να αποφεύγεται. Απαιτείται επιβεβαίωση του στίγματος από όλες τις διαθέσιμες πηγές συμπεριλαμβανομένων:

- α. Του εκτιμώμενου στίγματος αναμετρήσεως λαμβάνοντας υπόψη το ρεύμα και τον άνεμο.
- β. Του βάθους από την ένδειξη του βυθόμετρου.
- γ. Των γραμμών θέσεως από τα λοιπά όργανα προσδιορισμού στίγματος.

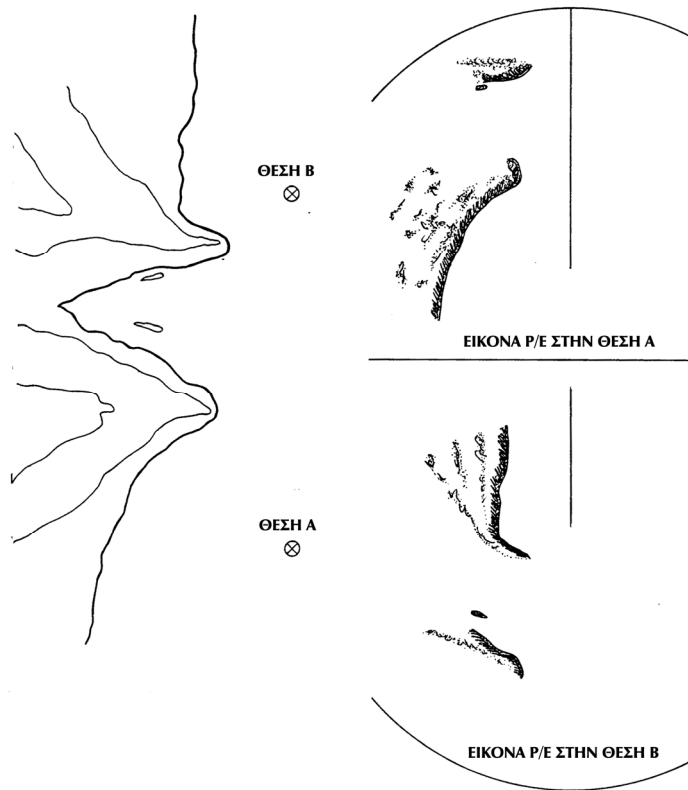
Το ραντάρ ως όργανο ναυσιπλοίας δεν είναι υποδεέστερο των λοιπών ναυτιλιακών οργάνων αλλά ούτε και υπεράνω πάσης υποψίας αξιόπιστο. Αυτό το οποίο τονίζεται στην προκειμένη περίπτωση, είναι ότι ασυμφωνία μεταξύ δύο οργάνων προσδιορισμού στίγματος πρέπει να συνεγείρει τον ναυτιλόμενο ώστε να διερευνήσει με προσοχή την αμφιβολία και να μη απορρίψει αβασάνιστα τις λαμβανόμενες πληροφορίες από οποιοδήποτε όργανο ναυσιπλοίας, χωρίς σοβαρό λόγο.

### 4.3 Φάση ακτοπλοίας

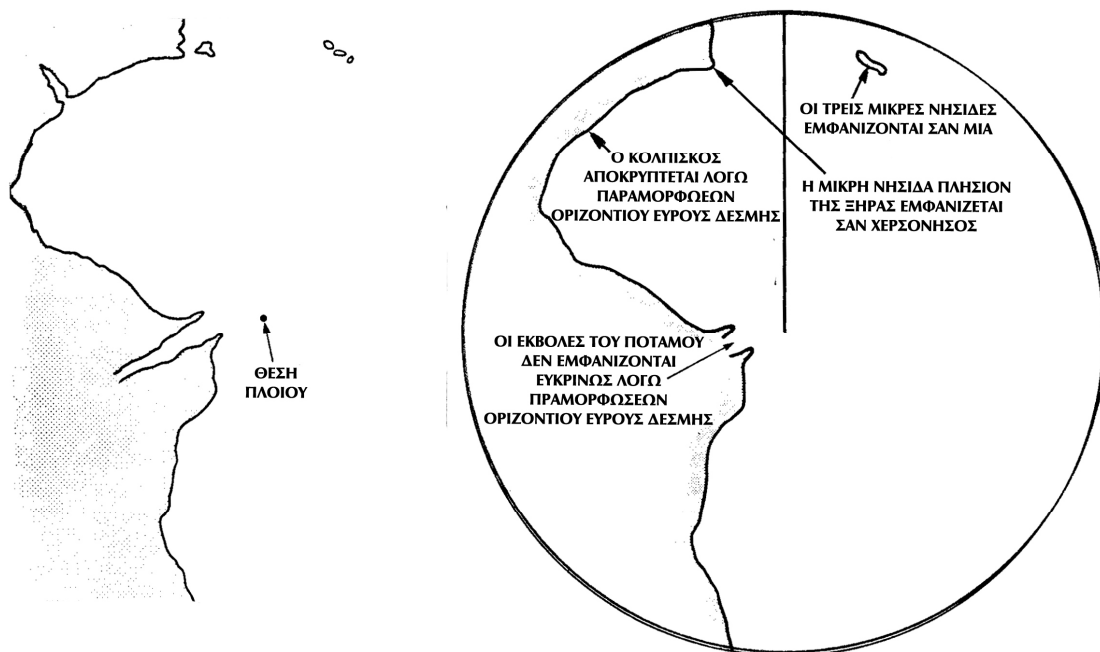
Από την στιγμή κατά την οποία η προσγείωση πραγματοποιήθηκε με επιτυχία, το πρόβλημα εντοπίζεται στην επιλογή ορισμένων κατάλληλων χαρτογραφικών αντικειμένων, τα οποία επιτρέπουν με ακρίβεια και όσο συχνά απαιτείται, τον προσδιορισμό του στίγματος, ώστε η παρακολούθηση της προχωρήσεως να είναι συνεχής. Η θετική αναγνώριση των σημείων αυτών είναι κρίσιμη. Προς τούτο οι ακόλουθοι παράγοντες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- α. Αν και η δυνατότητα ECHO STRETCHING είναι εξαιρετικά χρήσιμη στην προσπάθεια πρώτου εντοπισμού στόχων ξηράς, μετά τον εντοπισμό πρέπει να απενεργοποιείται, δεδομένου ότι προκαλεί παραμορφώσεις στην εικόνα.
- β. Η εμφανιζόμενη ως ακτογραμμή δυνατόν να σχηματίζεται από υπερκείμενα τμήματα ξηράς προς τα ενδότερα. Αμμώδεις ακτές δεν εντοπίζονται αν και ευρίσκονται εντός της αποστάσεως του ορίζοντα ραντάρ, λόγω μη ευνοϊκής όψεως.
- γ. Κατά την προχώρηση του πλοίου, η ακτογραμμή αλλάζει σχήμα λόγω αλλαγής όψεως και οριζοντίου σκιάσεως. Το σχήμα 4-2 παρουσιάζει το αποτέλεσμα της οριζοντίου σκιάσεως στην εμφάνιση της ακτογραμμής στον ενδείκτη ραντάρ κατά την προχώρηση του πλοίου.
- δ. Καθώς η δέσμη ραντάρ περνά από σημεία στην ξηρά, αυτά υποτυπώνονται στον ενδείκτη λίγο πριν και συνεχίζουν να υποτυπώνονται λίγο μετά την διέλευση του άξονα της δέσμης από τα σημεία αυτά, προκαλώντας έτσι γωνιακές παραμορφώσεις στην εικόνα. Λόγω των παραμορφώσεων αυτών, δυνατόν να αποκρύπτονται μικροί όρμοι, κόλποι κλπ. Παραμορφώσεις προκαλεί επίσης και η διάρκεια παλμού, καθόσον σημεία πλησίον της ξηράς δεν διαχωρίζονται και εμφανίζονται ως προεκτάσεις της ξηράς ή ως χερσόνησοι. Το σχήμα 4-3 παρουσιάζει το αποτέλεσμα των παραμορφώσεων λόγω οριζοντίου εύρους δέσμης και διάρκειας παλμού.





Σχήμα:4-2: Αποτέλεσμα οριζοντίου σκιάσεως



Σχήμα 4-3: Εμφάνιση λεπτομερειών ακτογραμμής στην οθόνη ραντάρ

Κατά την πλοήγηση σε πολύ περιορισμένα ύδατα, δεν υπάρχει πρόβλημα εντοπισμού και αναγνώρισης στόχων, αλλά προέχει η ευκρίνεια εικόνας με την μέγιστη λεπτομέρεια στις μικρές κλίμακες. Κάθε δυνατότητα για καλύτερη διακρίβωση και ευκρίνεια στην εικόνα, πρέπει να γίνεται εκμεταλλεύσιμη τόσο σε μεμονωμένο ραντάρ, όσο και σε διάταξη διασυνδέσεως δύο ραντάρ, κατά τρόπον ώστε να επιλέγονται οι παράμετροι οι οποίες εξυπηρετούν. Προς τούτο ενδείκνυται η χρησιμοποίηση ραντάρ 3 cm (X-band), με επιλογή της μικρότερης δυνατής διάρκειας παλμού, ώστε αφ' ενός να εντοπίζονται στόχοι στις μικρότερες δυνατές αποστάσεις, αφετέρου να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή διακρίβωση κατ' απόσταση. Να σημειωθεί ότι η κατάλληλη ρύθμιση για τις επιστροφές βροχής (FTC ή ANTI-RAIN CLUTTER) βελτιώνει την διακρίβωση αποστάσεως ακόμη περισσότερο.

Οι δύο σπουδαίες τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της προχωρήσεως του πλοίου στην φάση ακτοπλοΐας είναι η εκτέλεση στιγμάτων και η τυφλή πλοήγηση με παράλληλες γραμμές (parallel indexing). Η εκτέλεση συχνών στιγμάτων, εξασφαλίζει την παρακολούθηση της προχωρήσεως του πλοίου επί του προδιαγεγραμμένου ίχνους. Όταν διαπιστωθεί απόκλιση από το ίχνος, λαμβάνεται μέριμνα για κατάλληλη διόρθωση πορείας.

Η τεχνική των παραλλήλων γραμμών είναι μια απλή και αποτελεσματική μέθοδος για την συνεχή παρακολούθηση της προχωρήσεως του πλοίου δια παρατηρήσεως του ίχνους το οποίο διαγράφει ένας σταθερός στόχος ξηράς σε ενδεικτική σχετικής κινήσεως, όπως θα εξηγηθεί στην συνέχεια.

Σε γενικές γραμμές οι δύο τεχνικές πρέπει να χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά και όχι η μία ως εναλλακτική της άλλης. Η προτεραιότητα για την εφαρμογή της κάθε μίας από αυτές εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και την κρίση του ναυτιλόμενου. Πολύ γενικά, όταν το πλοίο ευρίσκεται μακράν ναυτιλιακών κινδύνων και καταφανών στο ραντάρ σημείων ξηράς, ίσως η τεχνική των παραλλήλων γραμμών να μη είναι δυνατόν να εφαρμοστεί πρακτικά, οπότε η εκτέλεση συχνών στιγμάτων με επαλήθευση από περισσότερα του ενός συστήματα προσδιορισμού στίγματος, εξασφαλίζει ικανοποιητικά την παρακολούθηση της προχωρήσεως του πλοίου και επαρκή προειδοποίηση για τυχόν απόκλιση από το ίχνος. Όταν το πλοίο παραπλέει ακτές, πλησίον ναυτιλιακών κινδύνων με συχνές αλλαγές πορείας, τότε η τεχνική των παραλλήλων γραμμών λαμβάνει άμεση προτεραιότητα λόγω της δυνατότητας, ανεξαρτήτως της ορατότητας, να παρέχει απλή, εμφανή και άμεση ένδειξη αποκλίσεως από το προδιαγεγραμμένο ίχνος. Οριακές γραμμές προσεγγίσεως παρέχουν ένδειξη του κατά πόσον το πλοίο δύναται να αποκλίνει από το ίχνος του και συγχρόνως να εξακολουθεί να πλέει ασφαλώς.

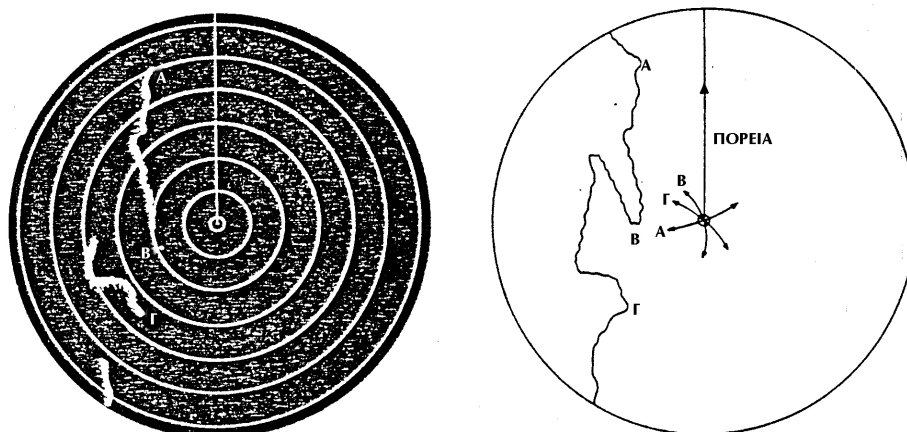
Η ευκολία με την οποία επιτυγχάνεται η παρακολούθηση της προχωρήσεως του πλοίου με τις παράλληλες γραμμές, προϋποθέτει επαρκή σχεδιασμό της διελεύσεως από την περιοχή εκ των προτέρων. Η ασφάλεια της πλοήγησης του πλοίου εξαρτάται από την επιδεξιότητα του ναυτιλόμενου, την προσοχή και την ακρίβεια με την οποία αυτός ο σχεδιασμός πραγματοποιείται. Αν και η μέθοδος των παραλλήλων γραμμών εξασφαλίζει επαρκώς τήρηση του ίχνους, η εκτέλεση στιγμάτων δεν πρέπει να παραμελείται για λόγους διασταυρώσεως και επαληθεύσεως της ορθής τηρήσεως του ίχνους, αλλά και για τήρηση αρχείου προχωρήσεως του πλοίου.

### 4.3.1 Εκτέλεση στιγμάτων

#### Εκτέλεση στίγματος με αποστάσεις ραντάρ

Αυτή η μέθοδος, η οποία είναι και η πλέον ακριβής, παρουσιάζεται στο σχήμα 4-4. Επιλέξατε δύο (2) ή περισσότερα ευδιάκριτα σημεία (στο σχήμα παρουσιάζονται τρία (3)) τα οποία δύναται να αναγνωριστούν στον χάρτη και στην οθόνη του ραντάρ. Μετρήσατε τις αποστάσεις αυτών από το ραντάρ και στον χάρτη φέρατε τόξα κύκλων με κέντρα τα σημεία αυτά και ακτίνες τις αντίστοιχες αποστάσεις. Βεβαιωθείτε ότι τα σημεία στο ραντάρ είναι τα ίδια με εκείνα του χάρτη από τα οποία χαράξατε τις αποστάσεις. Το στίγμα του πλοίου ευρίσκεται στην τομή αυτών των τόξων. Μέγιστη ακρίβεια επιτυγχάνεται όταν οι γωνίες διασταυρώσεως των τόξων προσεγγίζουν ορθές γωνίες (90°).

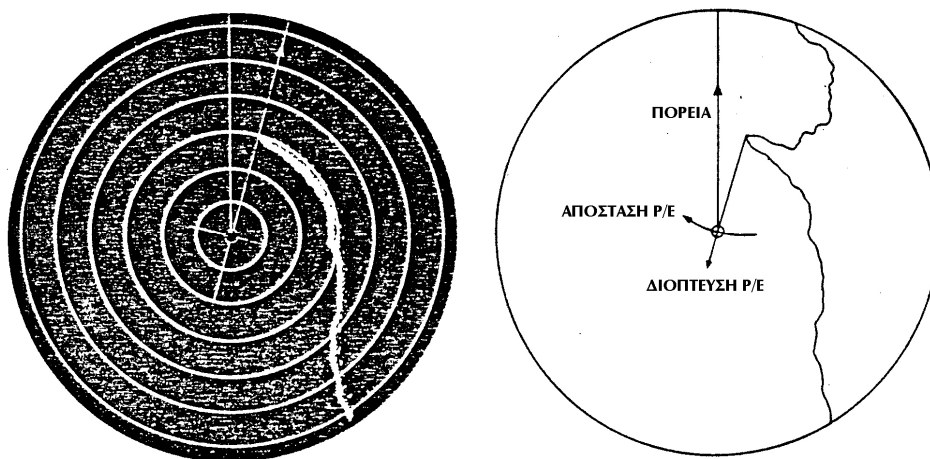
Σε μεγαλύτερες αποστάσεις, το οριζόντιο εύρος δέσμης έχει μεγαλύτερο γραμμικό άνοιγμα και έτσι προκαλούνται παραμορφώσεις στα σημεία. Αυτό δυσχεραίνει και την αναγνώριση των σημείων και την ορθή μέτρηση αποστάσεων.



Σχήμα 4-4: Εκτέλεση στίγματος με τρεις αποστάσεις από ισάριθμα σημεία

#### Εκτέλεση στίγματος με διόπτευση και απόσταση

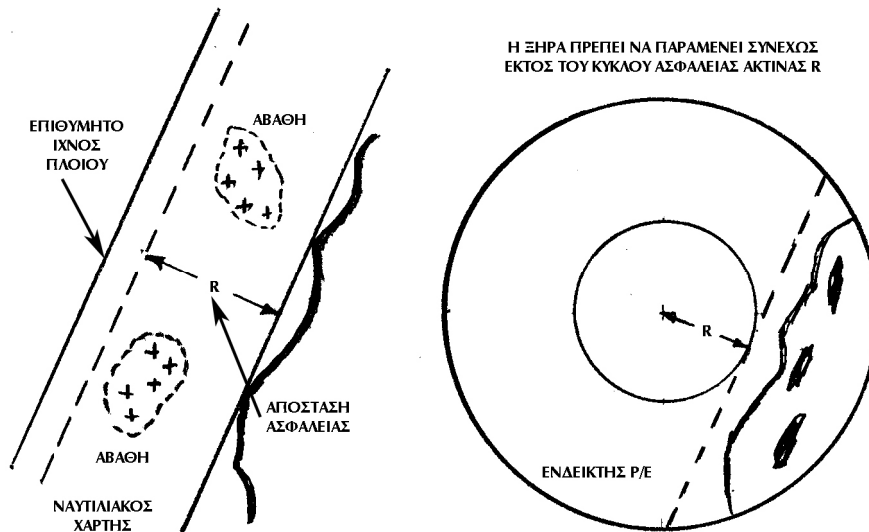
Ένα ευδιάκριτο σημείο στην ξηρά όπως το ακρωτήριο του σχήματος 4-5, χρησιμεύει για εκτέλεση στίγματος. Μετρήσατε την διόπτευση και απόσταση αυτού από το ραντάρ και χαράξατε στον χάρτη από το ίδιο σημείο. Βεβαιωθείτε ότι το σημείο στο ραντάρ είναι το ίδιο με εκείνο του χάρτη από το οποίο χαράξατε την διόπτευση και απόσταση. Ακριβέστερο στίγμα υποτυπώνεται με λήψη οπτικής διοπτύσεως και αποστάσεως από το ραντάρ.



Σχήμα 4-5: Εκτέλεση στίγματος με διόπτευση και απόσταση

#### Απόσταση ασφαλείας

Κατά τον διάπλου ακτής, όταν δεν υπάρχουν ευδιάκριτα στο ραντάρ σημεία και όταν η ακτή είναι περίπου ευθύγραμμη, είναι δυνατός ο προσδιορισμός από τον χάρτη μίας αποστάσεως ασφαλείας (R) από την ακτή, η οποία περικλείει όλους τους ναυτιλιακούς κινδύνους όπως στο σχήμα 4-6. Η απόσταση ασφαλείας σημειώνεται στον ενδείκτη με την τοποθέτηση ενός μεταβλητού σημειωτή αποστάσεως (VRM) στην απόσταση ασφαλείας (R). Περιοδικές μετρήσεις αποστάσεως από την ακτογραμμή λαμβάνονται, προς επιβεβαίωση ότι το πλοίο παραμένει εκτός της αποστάσεως ασφαλείας.



Σχήμα 4-6: Απόσταση ασφαλείας

Συμπερασματικά τονίζονται τα ακόλουθα:

- α. Οι αποστάσεις ραντάρ έχουν πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια από τις διοπτρεύσεις. Το ακριβέστερο στίγμα εκτελείται με τουλάχιστον τρεις αποστάσεις από ευδιάκριτα σημεία στην ξηρά, τα οποία έχουν αναγνωριστεί θετικά. Εναλλακτικά, με καλή ορατότητα, οπτικές διοπτρεύσεις και αποστάσεις ραντάρ συνδυάζονται για εκτέλεση στίγματος ακριβείας.
- β. Στίγμα με διοπτρεύσεις ραντάρ δεν είναι αξιόπιστο, διότι η ακρίβεια διοπτρεύσεων στο ραντάρ πρέπει να θεωρείται ότι δεν είναι μικρότερη από  $\pm 2,5^\circ$ . Εάν παρά ταύτα χρησιμοποιηθούν διοπτρεύσεις για εκτέλεση στίγματος είναι προτιμότερο να επιλεγούν μικροί και απομονωμένοι στόχοι εμφανιζόμενοι προς την περιφέρεια του ενδείκτη δια καταλλήλου επιλογής κλίμακας. Εάν δεν υπάρχουν μικροί και απομονωμένοι στόχοι αλλά καταφανή σημεία όπως ακρωτήρια, οι διοπτρεύσεις πρέπει να διορθώνονται κατά το μισό του εύρους δέσμης.
- γ. Οι γραμμές θέσεως είτε είναι αποστάσεις είτε διοπτρεύσεις, είναι τόσο αξιόπιστες όσο περισσότερο ταχέως μεταβάλλονται κατά την προχώρηση του πλοίου.
- δ. Η αξιοπιστία κάθε στίγματος από το ραντάρ πρέπει να επιβεβαιώνεται και από άλλες πηγές προσδιορισμού στίγματος.

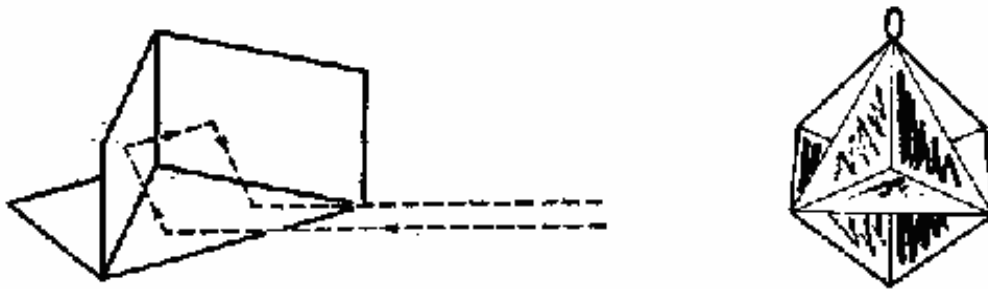
#### 4.3.2 Ανακλαστήρες ραντάρ

Ορισμένοι στόχοι με πολύ ασθενή ηχώ όπως σημαντήρες, ξύλινες λέμβοι ή στόχοι από fiber glass, οι οποίοι κατά κανόνα έχουν μικρή ανακλαστική επιφάνεια, επιβάλλεται τεχνητά να αποκτήσουν μεγάλη, ώστε να εντοπίζονται από σχετικά μεγαλύτερες αποστάσεις. Προς τούτο εξοπλίζονται με ανακλαστήρες ραντάρ, οι οποίοι διακρίνονται σε γωνιακούς και σφαιρικούς. Αμφότεροι λειτουργούν παθητικά καθόσον δεν εκπέμπουν ακτινοβολία. Στους ανακλαστήρες συμπεριλαμβάνονται και οι φωτοβολίδες ραντάρ.

Η απόφαση IMO A.277 (Νοέμβριος 1973) συνιστά στις συμβαλλόμενες Κυβερνήσεις να απαιτούν την εγκατάσταση ανακλαστήρων σε όλα τα πλοία χωρητικότητας κάτω των 100 τόνων. Οι ανακλαστήρες αυτοί πρέπει να προκαλούν ισοδύναμη ανακλαστική επιφάνεια τουλάχιστον  $10 \text{ m}^2$ , όταν εγκαθίστανται σε ύψος 4 m από την επιφάνεια της θάλασσας.

### Γωνιακοί ανακλαστήρες (corner reflectors)

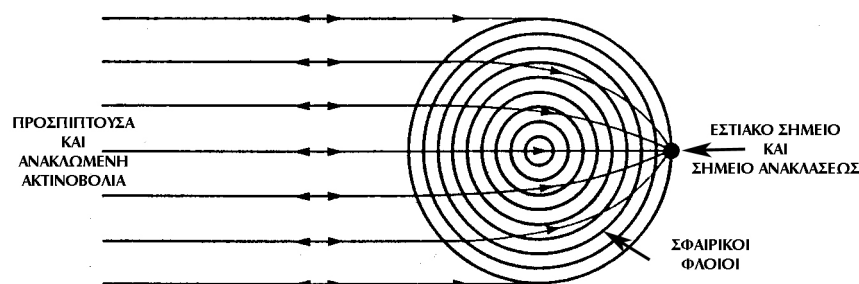
Οι γωνιακοί ανακλαστήρες είναι ελαφρές κατασκευές από μεταλλικά φύλλα, τα οποία σχηματίζουν κάθετες ανακλαστικές επιφάνειες μεταξύ τους. Μία τέτοια κατασκευή, ευνοεί την ανάκλαση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας σχεδόν προς την ίδια κατεύθυνση με εκείνη της προσπτώσεως. Το ποσοστό της ανακλάσεως εξαρτάται από την όψη του ανακλαστήρα. Στην πράξη ένας αριθμός γωνιακών ανακλαστήρων σχηματίζουν περισσότερες από μία τριεδρικές γωνίες ώστε η επιστρέφουσα ηχώ να είναι ισχυρή σχεδόν ανεξάρτητα από τις ταλαντεύσεις της φέρουσας πλατφόρμας, Μία πολύ κοινή χρησιμοποιούμενη διάταξη είναι εκείνη του οκταεδρικού ανακλαστήρα του σχήματος 4-7.



Σχήμα 4-7: Αρχή του απλού γωνιακού ανακλαστήρα (αριστερά) και του οκταεδρικού ανακλαστήρα (δεξιά)

### Σφαιρικοί ανακλαστήρες (ανακλαστικοί φακοί LUNEBERG)

Ο ανακλαστικός φακός LUNEBERG είναι ένας σφαιρικός ανακλαστήρας, ο οποίος αποτελείται από ισοπαχείς ομόκεντρους σφαιρικούς φλοιούς. Ο κάθε σφαιρικός φλοιός κατασκευάζεται από υλικό με διαφορετική διηλεκτρική σταθερά και μικρές διηλεκτρικές απώλειες. Ο ισημερινός αυτής της σφαίρας, περιβάλλεται από μεταλλική λωρίδα, η οποία χρησιμεύει ως ανακλαστική επιφάνεια. Η κατασκευή είναι τέτοια, ώστε ο δείκτης διαθλάσεως της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας να αυξάνεται από την περιφέρεια προς το κέντρο κατά μήκος της ακτίνας, έτσι ώστε οι προσπίπτουσες ακτίνες να εστιάζονται σε ένα σημείο αντιδιαμετρικό επί της μεταλλικής λωρίδας όπως στο σχήμα 4-8. Από εκεί ανακλώνται και ακολουθούν την διεύθυνση προσπτώσεως. Το μέγιστο πλεονέκτημα είναι ότι ο φακός παρουσιάζεται ως μία άριστη ανακλαστική επιφάνεια ανεξάρτητα σχεδόν από την γωνία προσπτώσεως.



Σχήμα 4-8: Αρχή του ανακλαστικού φακού LUNEBERG

Οι φακοί LUNEBERG εξουδετερώνουν τα μειονεκτήματα των λοιπών παθητικών ανακλαστήρων, οι οποίοι εγκαθίστανται σε μη σταθεροποιημένες πλατφόρμες. Ένας σφαιρικός ανακλαστήρας φακών LUNEBERG εξωτερικής διαμέτρου 30 cm παρουσιάζει μία αποτελεσματική ανακλαστική επιφάνεια περίπου 35 m<sup>2</sup>.

### Φωτοβολίδες ραντάρ

Η φωτοβολίδα ραντάρ ομοιάζει με μικρή ρουκέτα και εκτοξεύεται από ειδικό τυφέκιο. Σε περίπου 400 m ύψος, η ρουκέτα ανοίγει και διασκορπίζει ένα μεγάλο αριθμό φύλλων αλουμινίου σχεδιασμένων για να δίδουν ισχυρή ηχώ στα ναυτιλιακά ραντάρ. Παράλληλα η ρουκέτα εκπέμπει λευκό φως. Η απόσταση εντοπισμού της ρουκέτας σε ένα ναυτιλιακό ραντάρ είναι περίπου 12 nm και η ηχώ διαρκεί περίπου 15 min ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Η ρουκέτα χρησιμοποιείται ως σήμα κινδύνου από μικρά και μεγάλα σκάφη.

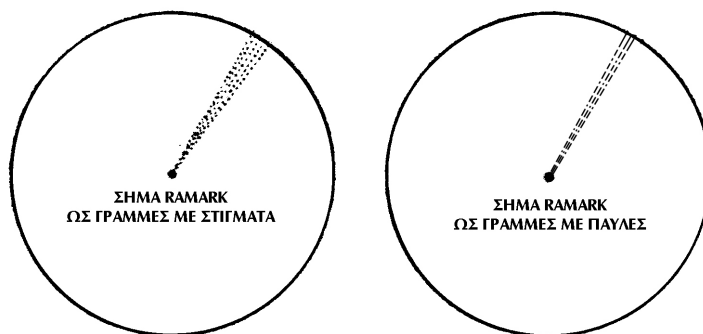
### 4.3.3 Ενεργητικοί ραδιοσημαντήρες

Όταν απαιτούνται ισχυρότερες επιστροφές από εκείνες των παθητικών ανακλαστήρων, αλλά και θετική αναγνώρισή τους, χρησιμοποιούνται ενεργητικοί ραδιοσημαντήρες (radio beacons), οι οποίοι εκπέμπουν στις περιοχές συχνοτήτων των ναυτιλιακών ραντάρ. Η μεγάλη πλειονότητα αυτών αποκρίνεται στην περιοχή συχνοτήτων X ή στην περιοχή συχνοτήτων S, αλλά υπάρχει και ένας αριθμός ραδιοσημαντήρων κυρίως στις Σκανδιναβικές χώρες, οι οποίοι αποκρίνονται συγχρόνως και στις δύο περιοχές συχνοτήτων. Η ηχώ ενός ραδιοσημαντήρα είναι ορατή από πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις συγκριτικά με τις αποστάσεις εντοπισμού των φερουσών κατασκευών τους, διότι η εμφανιζόμενη ηχώ προέρχεται από εκπομπή ακτινοβολίας του ίδιου του ραδιοσημαντήρα και όχι του παλμού ραντάρ, ο οποίος καλύπτει διπλό δρόμο πριν επιστρέψει. Η ηχώ των ραδιοσημαντήρων δύναται να κωδικοποιηθεί μορσικά, για θετική αναγνώριση, προσφέροντας έτσι πολύτιμη βοήθεια στον ναυτιλόμενο.

Οι ραδιοσημαντήρες τοποθετούνται συνήθως σε συγκεκριμένες περιοχές με δύσκολες προσβάσεις και διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τους τύπου RAMARK (radar marker) και τους τύπου RACON (radar beacon). Πληροφορίες για τους κάθε είδους ραδιοσημαντήρες ανευρίσκονται στην έκδοση 'ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS, VOLUME 2'.

#### RAMARK (radar marker)

Τα RAMARKS είναι ραδιοσημαντήρες, οι οποίοι εκπέμπουν συνεχώς, στην περιοχή συχνοτήτων των ναυτιλιακών ραντάρ, κατά τρόπον ώστε στον ενδείκτη να παρουσιάζεται μία φωτεινή γραμμή κατά την έννοια της ακτίνας ή ένας πολύ στενός κυκλικός τομέας από φωτεινές γραμμές με στίγματα ή παύλες προς την διόπτρευση του ραδιοσημαντήρα όπως στο σχήμα 4-9. Απόσταση δεν παρέχεται.



Σχήμα 4-9: Σήματα ραδιοσημαντήρων τύπου RAMARK

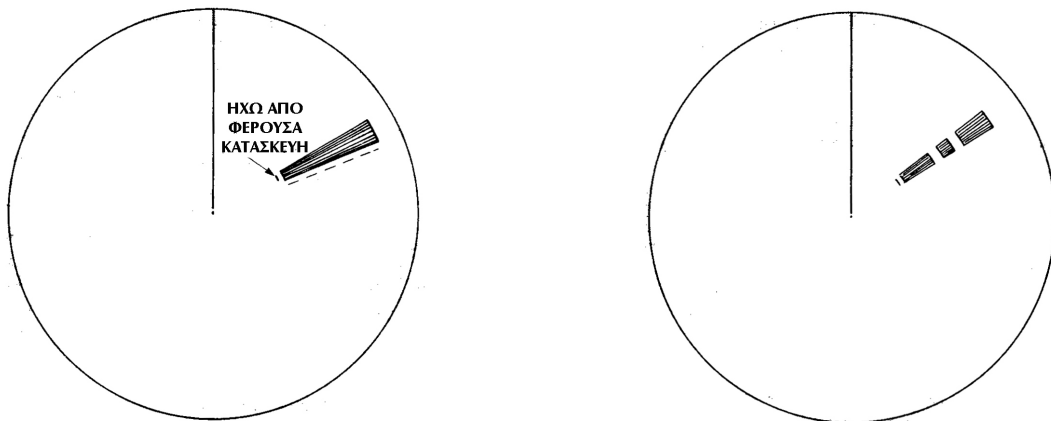
Δύο μέθοδοι εφαρμόζονται για την θετική αναγνώριση των RAMARKS:

- Η εμφανιζόμενη γραμμή ή γραμμές στον ενδείκτη σχηματίζονται από μακρές και βραχείες ή
- Η γραμμή ή γραμμές εμφανίζονται σε ορισμένες μόνο περιστροφές της κεραίας και αποκρύπτονται σε άλλες ενδιάμεσα. Η χρονική αυτή κωδικοποίηση (time coding) έχει σταθερή περίοδο επαναλήψεως.

Σήμερα τα RAMARKS αποτελούν την μειοψηφία σε σχέση με τα πολυπληθέστερα RACONS. Απαντώνται κυρίως στην περιοχή της Ιαπωνίας, αν και εκεί σταδιακά αντικαθίστανται με νεότερους τύπους RACONS.

### RACON (radar beacon)

Ένας ραδιοσημαντήρας RACON, εκπέμπει ένα παλμό ή σειρά παλμών, μόνον όταν πυροδοτηθεί από παλμό ενός ναυτιλιακού ραντάρ. Τα RACONS όχι μόνο δίνουν ισχυρότερη ηχώ από τους παθητικούς ανακλαστήρες, αλλά οι αποκρίσεις των δύνανται να κωδικοποιηθούν μορσικά για θετική αναγνώριση. Για την αναγνώριση ενός RACON, η απόκριση συνίσταται από έναν αριθμό παλμών, οι οποίοι εκπέμπονται σε διαστήματα και εμφανίζονται στον ενδείκτη ως πολύ μικρού γωνιακού ανοίγματος ομόκεντρα τόξα όπως δείχνει το σχήμα 4-10. Ο αριθμός των τόξων και η απόσταση μεταξύ των προσδιορίζει τον μορσικό κώδικα αναγνώρισης. Σύμφωνα με διεθνή συμφωνία, ο μορσικός κώδικας 'D' σημαίνει ναυτιλιακός κίνδυνος (danger). Οι αποστάσεις εντοπισμού των RACONS δυνατόν να υπερβαίνουν τα 20 nm. Τα περισσότερα RACONS λειτουργούν στην περιοχή συχνότητας 'X', όμως ορισμένοι νεότεροι τύποι λειτουργούν σε αμφότερες τις περιοχές συχνοτήτων 'X' και 'S'.



(α) Μη κωδικοποιημένη απόκριση

(β) Κωδικοποιημένη απόκριση

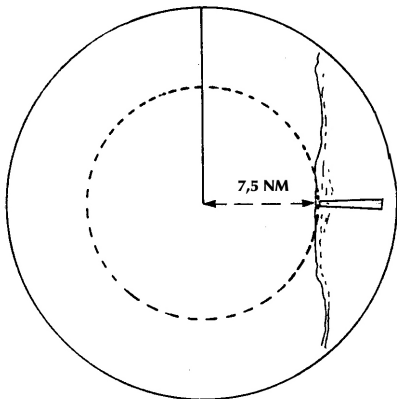
Σχήμα 4-10: Απόκριση RACON

Επειδή τα RACONS απαντούν πάντοτε σε λαμβανόμενο παλμό από ναυτιλιακό ραντάρ, η ηχώ τους εμφανίζεται στην σωστή απόσταση με την προϋπόθεση ότι η απόκριση είναι άμεση και χωρίς καθυστέρηση. Ωστόσο μία μικρή καθυστέρηση στην απάντηση εμφανίζει την ηχώ των RACONS σε κατά τι μεγαλύτερη απόσταση από εκείνη της φέρουσας κατασκευής των. Σε περίπτωση κατά την οποία η φέρουσα κατασκευή δεν εντοπίζεται λόγω πολύ μικρής ανακλαστικής επιφάνειας ή και λόγω μεγάλης αποστάσεως, η απόσταση πρέπει να μετρείται από την εσωτερική πλευρά του πρώτου παλμού της αποκρίσεως του πλησιέστερου προς το κέντρο του ενδείκτη, οπότε το σφάλμα στην απόσταση είναι ανάλογο του χρόνου ο οποίος μεσολαβεί από την λήψη του παλμού ραντάρ μέχρι την απόκριση RACON. Η απόσταση μετρείται κατά μερικές δεκάδες yards μεγαλύτερη από την πραγματική. Η διόπτρευση του RACON μετρείται στο κέντρο των ομόκεντρων τόξων.

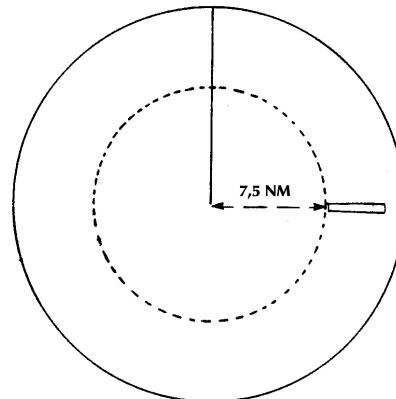
Υπάρχουν οι ακόλουθες κατηγορίες RACONS:

- SLOW SWEEP RACONS: Αυτά τα RACONS δεν απαντούν σε κάθε λαμβανόμενο παλμό ραντάρ. Ο δέκτης τους συντονίζεται κάθε φορά σε διαφορετική συχνότητα μέσα στην περιοχή συχνοτήτων των ναυτιλιακών ραντάρ, με σχετικά αργό ρυθμό και επομένως το RACON δεν διεγείρεται από όλους τους εκπεμπόμενους παλμούς ενός ραντάρ, το οποίο λειτουργεί σε σταθερή συχνότητα. Τυπικά ο απαιτούμενος χρόνος σαρώσεως όλης της περιοχής συχνοτήτων είναι 90 - 150 sec. Η απόκριση ενός SLOW SWEEP RACON εμφανίζεται σε 2 - 4 συνεχόμενες περιστροφές της κεραίας και επανεμφανίζεται όταν το RACON συντονιστεί εκ νέου στην συγκεκριμένη συχνότητα εκπομπής του ραντάρ.

- **FAST SWEEP RACONS:** Αυτά τα RACONS σαρώνουν την περιοχή συχνοτήτων των ναυτιλιακών ραντάρ σε πολύ σύντομο χρόνο της τάξεως του 1 - 10 msec και αποκρίνονται σε κάθε παλμό του ραντάρ δημιουργώντας μία σειρά βραχέων στιγμάτων σε κάθε περιστροφή της κεραίας, τα οποία εκκινούν από την θέση του RACON και εκτείνονται σχεδόν μέχρι την περιφέρεια του ενδείκτη. Αυτού του τύπου RACONS απαντώνται κυρίως στην Γαλλία, αλλά δεν είναι διαδεδομένα επειδή δεν υπάρχει εύκολος τρόπος κωδικοποιήσεως της αποκρίσεως.
- **FREQUENCY AGILE RACONS:** Είναι νεότερου τύπου RACONS μεταβλητής συχνότητας. Το RACON μετρά αρχικά την συχνότητα του ραντάρ, οπότε ο πομπός του συντονίζεται σε αυτήν την συχνότητα και εκπέμπει ένα κωδικοποιημένο μορσικό σήμα. Ο χρόνος ο οποίος μεσολαβεί για την απόκριση είναι περίπου 0,4 msec και αντιπροσωπεύει ένα σφάλμα απόστασεως περίπου 60 m.
- **INTERROGATED TIME-OFFSET FREQUENCY AGILE (ITOFAR) RACONS:** Όταν ένα RACON μεταβλητής συχνότητας πυροδοτείται από σειρά παλμών με πολύ σταθερό και συγκεκριμένο PRF, ονομαστικά 1343,1 Hz, αναγνωρίζει και απαντά με σταθερή καθυστέρηση, ονομαστικά 374 msec (αντιστοιχεί στην απόσταση 30 nm). Το ραντάρ καθυστερεί τον πυροδοτικό παλμό προς τον ενδείκτη ανάλογα, οπότε η ηχώ του RACON εμφανίζεται στην ορθή απόσταση. Μία κοινή συσκευή ραντάρ εμφανίζει τις αποκρίσεις των ITOFAR RACONS όπως και τις αποκρίσεις των FREQUENCY AGILE RACONS, όμως στην περίπτωση αυτή η απόκριση δυνατόν να αποκρύπτεται από ηχώ ξηράς ενώ στην ειδικά σχεδιασμένη συσκευή ραντάρ αυτό δεν συμβαίνει (σχήμα 4-11). Αυτού του τύπου RACONS απαντώνται κυρίως στις Σκανδιναβικές χώρες.



(α) Κλίμακα 12 nm.  
Απόκριση ITOFAR RACON στα ραντάρ χωρίς δυνατότητα λειτουργίας ITOFAR (η απόκριση αποκρύπτεται από το clutter ξηράς).



(β) Κλίμακα 12 nm.  
Απόκριση ITOFAR RACON στα ραντάρ με δυνατότητα λειτουργίας ITOFAR (επιστροφές ξηράς σε αποστάσεις μικρότερες από 30 nm λαμβάνονται πριν από την πυροδότηση του ενδείκτη και αποκρύπτονται).

Σχήμα 4-11: Αποκρίσεις ITOFAR RACON

Σημειώνεται ότι οι αποκρίσεις RACONS επηρεάζονται αρνητικά με την χρήση ANTIRAIN CLUTTER μέχρι του σημείου οι αποκρίσεις των να παραμορφώνονται ή να εξαφανίζονται. Επίσης η χρησιμοποίηση AUTO CLUTTER ή και INTERFERENCE REJECTION δεν ενδείκνυται, διότι αμφότερα τα κυκλώματα δυνατόν να βλέπουν τις αποκρίσεις RACONS ως παράσιτα.

Σε πλησίον αποστάσεις, τα RACONS δυνατόν να πυροδοτούνται από τους πλευρικούς λοβούς και να δηλώνουν την παρουσία τους στο PPI σε πολλές κατευθύνσεις (RACON clutter). Ωστόσο οι σύγχρονοι τύποι RACONS αποκρίνονται μόνο στην ισχυρότερη διέγερση η οποία κατά κανόνα προέρχεται από τον κύριο λοβό.

Το σχήμα 4-12 παρουσιάζει ένα απόσπασμα από την έκδοση 'ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS, VOLUME 2' σχετικά με τις παρεχόμενες πληροφορίες για κάθε ραδιοσημαντήρα. Στις πληροφορίες περιλαμβάνονται η χώρα, το όνομα του ραδιοσημαντήρα, η γεωγραφική του θέση με τον χαρακτηριστικό αριθμό, ο τύπος του (RAMARK ή RACON), η απόσταση εντοπισμού, ο μορσικός κώδικας αναγνωρίσεως, η



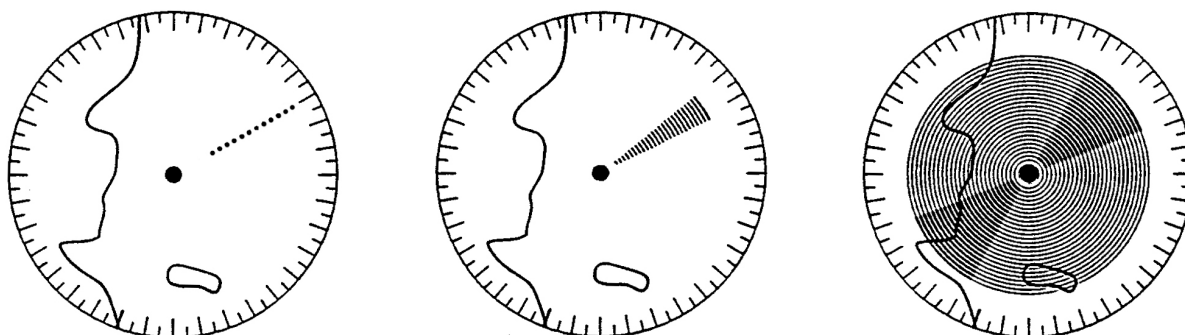
κάλυψη σε μοίρες και λοιπές συμπληρωματικές πληροφορίες. Εκτός και εάν άλλως αναφέρεται, όλα τα RACONS εκπέμπουν στην περιοχή συχνοτήτων 'X'. Για τα SLOW SWEEP RACONS και μόνο, παρέχεται ο απαιτούμενος χρόνος (σε sec) σαρώσεως της περιοχής συχνοτήτων ραντάρ. Μετά τον μορσικό κώδικα δυνατόν να ακολουθεί ένδειξη της αποστάσεως σε nm του εμφανιζόμενου κωδικοποιημένου παλμού.

UNITED KINGDOM				
<b>Ardvachar Pt Racon</b>				<b>57°22'·90N 7°25'·45W 50760</b>
120s	360°	16 n miles	T	
FINLAND				
<b>Suomenlinna Church Lt Racon<sup>1</sup></b>				<b>60°08'·87N 24°59'·37E 58860</b>
(3 & 10 cm)	360°	15-18 n miles	M (1·0 n mile)	
(1) In line 007° with Harmaja Lt Racon				

Σχήμα 4-12: Απόσπασμα από την έκδοση 'ADMIRALTY LIST OF RADIO SIGNALS, VOLUME 2'

### Ραδιοσημαντήρες για σωσίβιες λέμβους (SARTs)

Για τον εντοπισμό σωσιβίων λέμβων ο IMO έχει θεσπίσει προδιαγραφές για ειδικού τύπου ραδιοσημαντήρες έρευνας και διασώσεως (search and rescue transponders (SARTs)). Λειτουργούν περίπου όπως οι ραδιοσημαντήρες RACONS και αποκρίνονται κατά τρόπον ώστε στους ενδείκτες ραντάρ εμφανίζεται ηχώ συνιστάμενη από σειρά 12 στιγμάτων, όπως δείχνει το σχήμα 4-13α. Επειδή η απόκριση του ραδιοσημαντήρα εμφανίζεται πάντοτε κατά την έννοια της ακτίνας του ενδείκτη, δίδεται άμεση ένδειξη στις μονάδες διασώσεως, της πορείας την οποία πρέπει να ακολουθήσουν για την ανεύρεση των ναυαγών. Κατά την προσέγγιση περίπου στο 1 nm, τα στίγματα λαμβάνουν αρχικά την μορφή τόξων μικρού γωνιακού ανοίγματος όπως δείχνει το σχήμα 4-13β και στην συνέχεια την μορφή κύκλων όπως δείχνει το σχήμα 4-13γ λόγω διεγέρσεως από πλευρικούς λοβούς.



(α) Απόκριση σε μεγάλη σχετικά απόσταση

(β) Απόκριση κατά την προσέγγιση

(γ) Απόκριση σε πολύ μικρή απόσταση

Σχήμα 4-13: Απόκριση ραδιοσημαντήρα τύπου SART

Όλοι οι τύποι SARTS λειτουργούν μόνο στην περιοχή συχνοτήτων X. Ένα χαρακτηριστικό των SARTS είναι ότι εκπέμπουν ήχο ή και εμφανίζουν φωτεινή ένδειξη όταν διεγείρονται από κάποιο ραντάρ. Αυξανόμενη ισχύς του σήματος αυτού, δηλώνει ότι μία μονάδα διασώσεως πλησιάζει, παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο πολύτιμη ψυχολογική υποστήριξη στους ναυαγούς.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές IMO για τους ραδισημαντήρες SARTS, η απόσταση εντοπισμού τους πρέπει να είναι 5 nm όταν τοποθετούνται σε ύψος 1 m από την επιφάνεια της θαλάσσης. Αυτό προϋποθέτει ύψος κεραίας ραντάρ των μονάδων διασώσεως 15 m. Ωστόσο από εναέριες μονάδες διασώσεως η απόσταση εντοπισμού είναι περίπου 40 nm για ύψος πτήσεως 3000 ft.

Οι μονάδες διασώσεως πρέπει να έχουν υπόψη ότι υπό συνθήκες ισχυρών επιστροφών θαλάσσης δυνατόν τα πλησιέστερα στίγματα της αποκρίσεως SART να μη διακρίνονται. Σε αυτήν την περίπτωση η απόσταση του πλέον απομακρυσμένου στίγματος ελαττωμένη κατά περίπου 9,5 nm δίδει την περίπου απόσταση του SART.

## 4.4 Τυφλή πλοήγηση με παράλληλες γραμμές

### 4.4.1 Εισαγωγή

Κατά τον πλου σε περιορισμένα ύδατα, ο ναυτιλόμενος εφαρμόζει πρακτικές ασφαλούς πλοηγείας για πιστή τήρηση της πορείας του. Προς τούτο υποτυπώνει την θέση του πλοίου του όσο συχνά επιβάλλεται με αυξημένη ακρίβεια. Σε πολλές όμως περιπτώσεις προσαράξεως πλοίων, διαπιστώνεται από τις εκθέσεις των ανακριτικών επιτροπών ότι η χρησιμοποιηθείσα μέθοδος υποτυπώσεως της θέσεως του πλοίου, ήταν ανεπαρκής και αναποτελεσματική. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η πλοήγηση με παράλληλες γραμμές συνιστά μια πολύτιμη πρακτική τυφλής πλοηγείας με ραντάρ, διότι επιτρέπει στον ναυτιλόμενο να παρακολουθεί την προχώρηση του πλοίου του λεπτό προς λεπτό και του παρέχει ικανοποιητική προειδοποίηση για επιβαλλόμενους διορθωτικούς χειρισμούς και μάλιστα τόσο άμεσα όσο και κατά την οπτική πλοήγηση. Η μέθοδος είναι πολύ αποτελεσματική κατά τους νυκτερινούς πλόδες ή και σε περιορισμένη ορατότητα.

Η τυφλή πλοήγηση εφαρμόζεται απ' ευθείας επί της οθόνης του ραντάρ και απαιτεί προετοιμασία κατά την φάση της σχεδιάσεως του πλου. Τα απαιτούμενα στοιχεία μεταφέρονται από τον ναυτιλιακό χάρτη στην οθόνη του ραντάρ πριν επιχειρηθεί ο διάπλους στην περιοχή. Μόνο με αυτόν τον τρόπο είναι πλήρως εκμεταλλεύσιμα τα πλεονεκτήματα της μεθόδου. Η τεχνική αυτή, εάν εφαρμόζεται με καθαρή ατμόσφαιρα και σε εύκολες διελεύσεις σε μη περιορισμένα ύδατα, δίνει την ευκαιρία στο προσωπικό να εξασκηθεί και να αποκτήσει την απαραίτητη εμπιστοσύνη πριν επιχειρήσει δύσκολες διελεύσεις σε περιορισμένα ύδατα, νύκτα και με περιορισμένη ορατότητα.

### 4.4.2 Ρυθμίσεις ραντάρ

Θεωρητικά η τεχνική τυφλής πλοηγείας με παράλληλες γραμμές δύναται να πραγματοποιηθεί είτε σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως με προσανατολισμό NORTH-UP, είτε σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό. Ωστόσο υπάρχουν οι εξής πρακτικές δυσκολίες για την επίτευξη σταθεροποιημένης εικόνας ραντάρ ως προς τον βυθό:

- α. Η εκτίμηση των στοιχείων του ρεύματος είναι μία χρονοβόρα διαδικασία και όχι απαραίτητα απόλυτα ακριβής. Ακόμη και εάν τα στοιχεία εκτιμηθούν με ακρίβεια, δυνατόν να μεταβληθούν κατά την προχώρηση του πλοίου, οπότε απαιτείται να εκτιμηθούν εκ νέου.
- β. Η ταχύτητα του πλοίου ως προς το νερό δεν είναι πάντοτε ακριβής, ιδιαίτερα όταν το δρομόμετρο δεν είναι αξιόπιστο.
- γ. Σε ορισμένες συσκευές ραντάρ – ARPA, η σταθεροποίηση της εικόνας ραντάρ ως προς τον βυθό επιτυγχάνεται με συνεχή αυτόματη παρακολούθηση ενός ακίνητου στόχου αναφοράς (fixed target). Αυτό δεν είναι σε κάθε περίπτωση εφικτό λόγω μη υπάρξεως κατάλληλου στόχου, διαταραχών στην παρακολούθηση κοκ.

Ένα άλλο μειονέκτημα της αληθούς κινήσεως είναι ότι, επειδή δεν είναι γνωστή η θέση του κέντρου της σαρώσεως εκ των προτέρων, κάθε σχεδίαση στην οθόνη του ραντάρ πρέπει να πραγματοποιείται την στιγμή εκείνη, αποστερώντας την δυνατότητα σχεδιάσεως εκ των προτέρων.

Εάν λάβει κανείς υπόψη ότι η όποια τεχνική τυφλής πλοηγείας προορίζεται για να προάγει την ασφάλεια της ναυσιπλοΐας, οι παραπάνω δυσκολίες επιδρούν αρνητικά στην αξιοπιστία αυτής. Ωστόσο στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές ραντάρ οι παραπάνω περιορισμοί δυνατόν να μη ισχύουν. Πάντως ο ναυτιλόμενος πρέπει να έχει υπόψη του ότι η επιλογή αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό απαιτεί

εξάρτηση από δεδομένα εξωτερικών πηγών (δρομόμετρο, δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού στίγματος κοκ) και οπωσδήποτε είναι ακατάλληλη για αποφυγή συγκρούσεων επειδή δεν εμφανίζει τις πορείες των στόχων αλλά τα ίχνη τους ως προς τον βυθό.

#### 4.4.3 Τυφλή πλοήγηση σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως

##### Επιλογή στόχου αναφοράς

Ο ναυτιλόμενος στην φάση της προετοιμασίας για τυφλή πλοήγηση με παράλληλες γραμμές, πρέπει να μελετήσει τον ναυτιλιακό χάρτη της περιοχής με ιδιαίτερη προσοχή για να εντοπίσει τα πλέον κατάλληλα σημεία στην ξηρά τα οποία θα χρησιμεύσουν ως στόχοι αναφοράς (indexing targets) για τις παράλληλες γραμμές. Ορισμένες από τις απαιτήσεις τις οποίες πρέπει να πληρούν αυτοί οι στόχοι είναι:

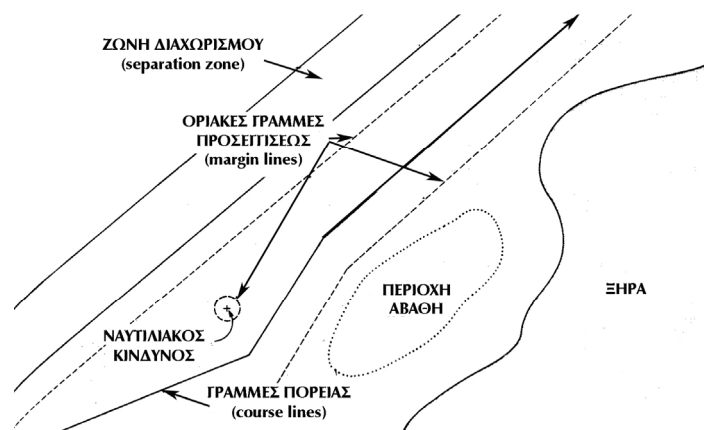
- Να έχουν καλή ανακλαστική επιφάνεια ραντάρ, ώστε να καθίστανται ευκρινείς στον ενδείκτη.
- Να δύνανται να αναγνωριστούν εν μέσω άλλων στόχων ξηράς στην περιοχή.

Οι στόχοι οι οποίοι πληρούν αυτές τις προϋποθέσεις είναι μεταξύ άλλων: η κατάληξη ενός λιμενοβραχίονα, η άκρη ενός ακρωτηρίου, μικρές νησίδες, απομονωμένοι σκόπελοι, φαρόπλοια κλπ. Συνιστάται να μη χρησιμοποιούνται σημαντήρες διότι πολλές φορές εκπίπτουν με το ρεύμα ή τις καιρικές συνθήκες.

Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα είναι η επιλογή της κλίμακας στο ραντάρ. Όσο μεγαλύτερη είναι η χρησιμοποιούμενη κλίμακα, τόσο μικρότερη είναι η ακρίβεια με την οποία δύναται κανείς να παρακολουθήσει την προχώρηση του πλοίου. Η επικινδυνότητα της περιοχής προσδιορίζει την απαιτούμενη ακρίβεια. Ο ναυτιλόμενος επομένως πρέπει να είναι βέβαιος ότι η χρησιμοποιούμενη κλίμακα ενδείκνυται για την ζητούμενη ακρίβεια και ότι ο στόχος αναφοράς ευρίσκεται εντός της χρησιμοποιούμενης κλίμακας. Πάντως μία ολοκληρωμένη διέλευση συνήθως πραγματοποιείται σε περισσότερες από μία κλίμακες. Όταν αλλάξουν οι απαιτήσεις ακρίβειας, δυνατόν να αλλάξει η κλίμακα ανάλογα. Τέλος με την προχώρηση του πλοίου ο αρχικός στόχος αναφοράς δυνατόν να μη εξυπηρετεί πλέον, οπότε επιλέγεται ένας άλλος.

##### Προετοιμασία

Στην σχεδίαση μίας διελεύσεως δια μέσου περιοχής περιορισμένων υδάτων, ο ναυτιλόμενος πρέπει να προσδιορίσει μία ασφαλή απόσταση τηρήσεως μακράν των ναυτιλιακών κινδύνων, επί τη βάσει ορισμένων κριτηρίων όπως αβαθή στην περιοχή, ρεύμα, όρια διαχωρισμού θαλάσσιας κυκλοφορίας, ετοιμότητα μηχανών, ετοιμότητα για αγκυροβολία, ταχύτητα, ελικτικά στοιχεία, επάνδρωση φυλακής γέφυρας κοκ.



Σχήμα 4-14: Οριακές γραμμές προσεγγίσεως (MARGIN LINES) και πορείες (COURSE LINES)

Τα δεδομένα των αποστάσεων ασφαλείας υποτυπώνονται στον ναυτιλιακό χάρτη, ώστε να σχηματίζονται οριακές γραμμές προσεγγίσεως (MARGIN LINES) όπως δείχνει το σχήμα 4-14. Ο ναυτιλόμενος εξασκεί την

επιδεξιότητά του για την τοποθέτηση των οριακών γραμμών, ώστε να οριοθετηθεί ο θαλάσσιος χώρος ο οποίος είναι καθαρός από εμπόδια και θα χρησιμοποιηθεί για την διέλευση. Μέσα στον καθαρό θαλάσσιο χώρο χαράσσονται οι ενδεδειγμένες πορείες. Ο βασικός στόχος είναι να τηρηθούν επακριβώς οι χαραγμένες πορείες, πλην όμως ο ναυτιλόμενος πρέπει να είναι προετοιμασμένος να αποκλίνει σε οποιαδήποτε απρόβλεπτη περίπτωση (πχ χειρισμός αποφυγής συγκρούσεως). Η απόκλιση αυτή, δεν πρέπει να φέρει το πλοίο πέρα από τις οριακές γραμμές προσεγγίσεως.

### Αρχή της μεθόδου παραλλήλων γραμμών

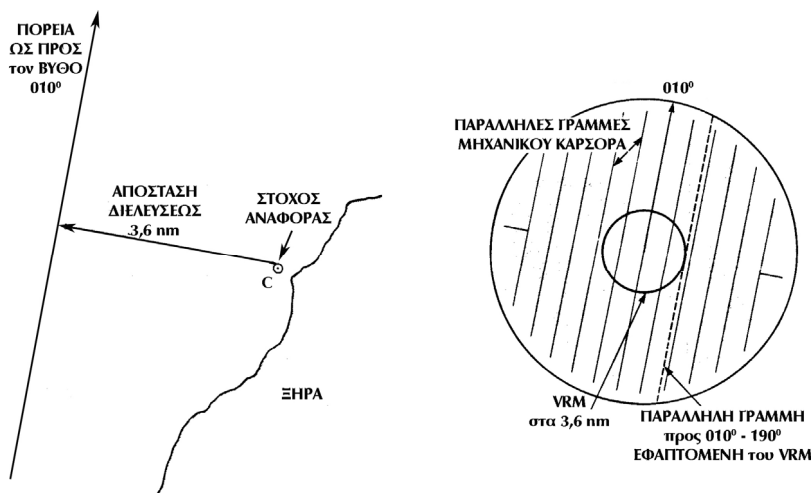
Σε έναν ενδείκτη ραντάρ σχετικής κινήσεως, η ηχώ ενός σταθερού στόχου (ξηράς) - εν προκειμένω του στόχου αναφοράς - διαγράφει ίχνος επί της οθόνης προς μία κατεύθυνση ακριβώς αντίθετη από την κατεύθυνση προχωρήσεως του πλοίου ως προς τον βυθό και με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του πλοίου ως προς τον βυθό.

Εάν κατανοηθεί αυτό το θεμελιώδες χαρακτηριστικό του ενδείκτη σχετικής κινήσεως, είναι δυνατόν ο ναυτιλόμενος να προδιαγράψει το ίχνος του στόχου αναφοράς επί του ενδείκτη και να χαράξει προ αφίξεως στην περιοχή, γραμμές παράλληλες και αντίθετες με την εκάστοτε κατεύθυνση προχωρήσεως του πλοίου ως προς τον βυθό.

### Χάραξη παραλλήλων γραμμών στον ενδείκτη

Κάθε γραμμή η οποία χαράσσεται στην οθόνη του ραντάρ πρέπει απ' ευθείας να συσχετίζεται με την αντίστοιχη γραμμή η οποία έχει χαραχτεί στον ναυτιλιακό χάρτη. Στο παράδειγμα του σχήματος 4-15α, ο ναυτιλόμενος προτίθεται να τηρήσει πορεία ως προς τον βυθό  $010^\circ$  αληθή και να διέλθει από την απόσταση ασφαλείας των 3,6 nm μακράν της βραχονησίδας (C) η οποία είναι ο στόχος αναφοράς. Μία παράλληλη προς την πορεία γραμμή χαράσσεται στον ενδείκτη με έναν από τους παρακάτω τρεις τρόπους:

- Χάραξη παράλληλης γραμμής επαπτόμενης σε κύκλο VRM: Θέσατε τον κύκλο αποστάσεως VRM στα 3,6 nm και στρέψατε τον κάρσορα προς  $010^\circ/190^\circ$ . Χρησιμοποιώντας ένα χάρακα ή διπαράλληλο, χαράξατε μία ευθεία γραμμή επαπτόμενη του κύκλου αποστάσεως και παράλληλη προς τον κάρσορα, όπως δείχνει το σχήμα 4-15β.



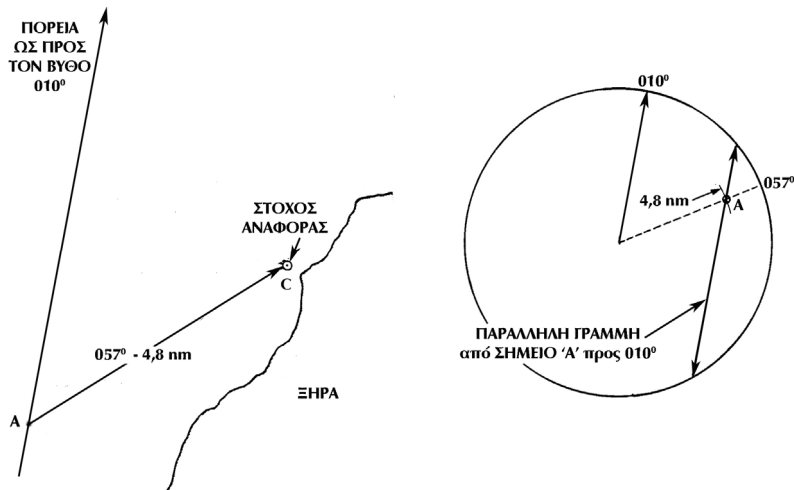
(α) Σχεδίαση στον ναυτιλιακό χάρτη

(β) Χάραξη στον ενδείκτη

Σχήμα 4-15: Χάραξη παράλληλης γραμμής επαπτόμενης κύκλου VRM.

- Χάραξη παράλληλης γραμμής με ένα σημείο: Στο ίδιο παράδειγμα, μετρήσατε την διόπτρευση και απόσταση του στόχου αναφοράς από ένα σημείο 'Α' επί της πορείας στον ναυτιλιακό χάρτη όπως

δείχνει το σχήμα 4-16α (προς  $057^{\circ}$  - 4,8 nm). Υποτυπώσατε με αυτά τα στοιχεία το σημείο 'Α' στον ενδείκτη ραντάρ. Στρέψατε τον κάρσορα προς  $010^{\circ}/190^{\circ}$  και χαράξατε παράλληλη προς τον κάρσορα γραμμή διερχόμενη από το σημείο αυτό όπως δείχνει το σχήμα 4-16β.

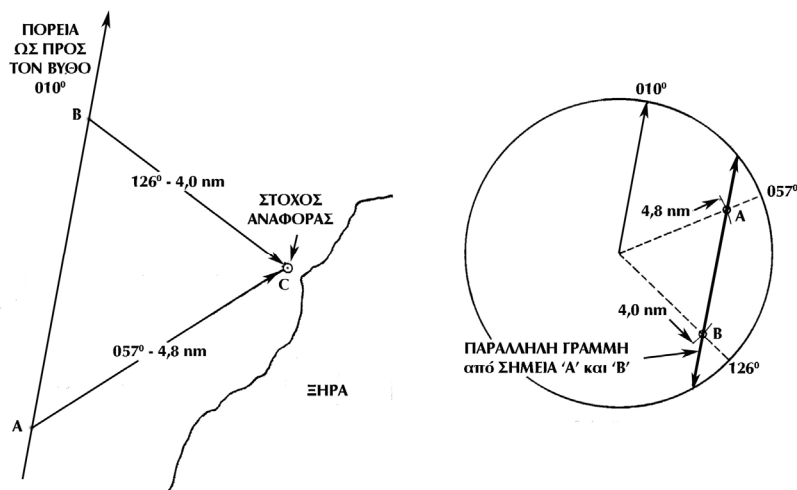


(α) Σχεδίαση στον ναυτιλιακό χάρτη

(β) Χάραξη στον ενδείκτη

Σχήμα 4-16: Χάραξη παράλληλης γραμμής με ένα σημείο

- γ. Χάραξη παράλληλης γραμμής με δύο σημεία: Στο ίδιο παράδειγμα, μετρήσατε την διόπτρευση και απόσταση του στόχου αναφοράς από δύο σημεία 'Α' ( $057^{\circ}$  - 4,8 nm) και 'Β' ( $126^{\circ}$  - 4,0 nm) επί της πορείας στον ναυτιλιακό χάρτη όπως δείχνει το σχήμα 4-17α. Υποτυπώσατε με αυτά τα στοιχεία τα σημεία 'Α' και 'Β' στον ενδείκτη και χαράξατε ευθεία γραμμή διερχόμενη από τα σημεία αυτά, όπως δείχνει το σχήμα 4-17β.



(α). Σχεδίαση στον ναυτιλιακό χάρτη

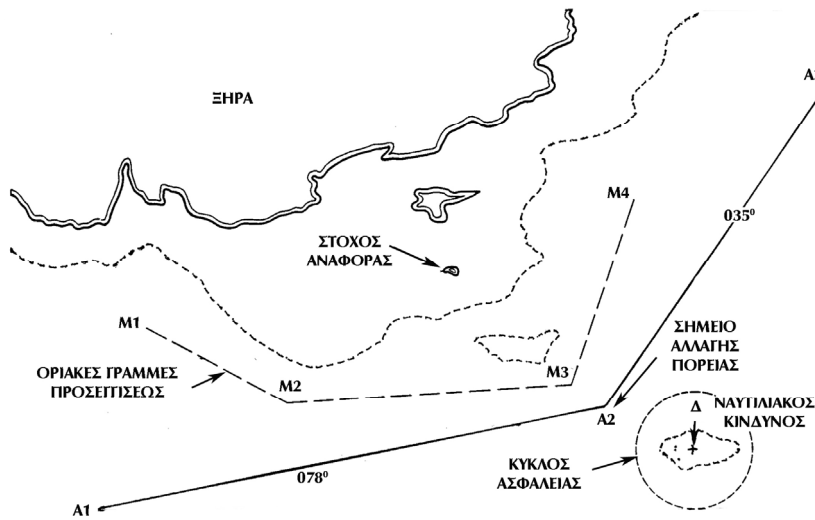
(β). Χάραξη στον ενδείκτη

Σχήμα 4-17: Χάραξη παράλληλης γραμμής με δύο σημεία

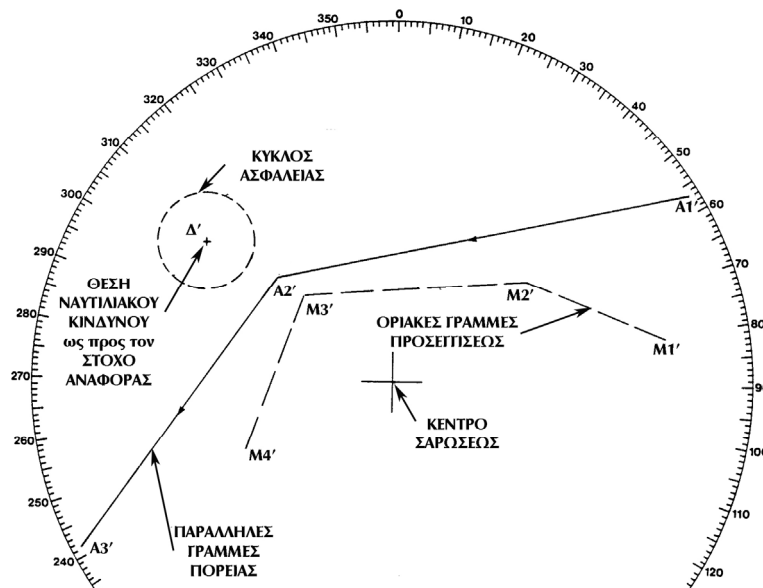
Τα σημεία 'Α' και 'Β' δυνατόν κάλλιστα να αντιπροσωπεύουν την αρχή και το τέλος ενός σκέλους στο χαραγμένο δρομολόγιο επί του ναυτιλιακού χάρτη. Η κατεύθυνση και απόσταση μεταξύ των σημείων 'Α' και 'Β' τότε, μετρούμενες επί του ενδείκτη δύνανται να επιβεβαιωθούν από τον ναυτιλιακό χάρτη.

**Οριακές γραμμές προσεγγίσεως και κύκλοι ασφαλείας**

ΟΡΙΑΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΩΣ (margin lines): Οι οριακές γραμμές προσεγγίσεως οι οποίες έχουν χαραχτεί στον ναυτιλιακό χάρτη δύνανται ευκόλως να μεταφερθούν στον ενδείκτη με την ίδια διαδικασία όπως παρουσιάζεται στα σχήματα 4-18α και 4-18β.



Σχήμα 4-18α: Οριακές γραμμές και κύκλοι ασφαλείας στον ναυτιλιακό χάρτη



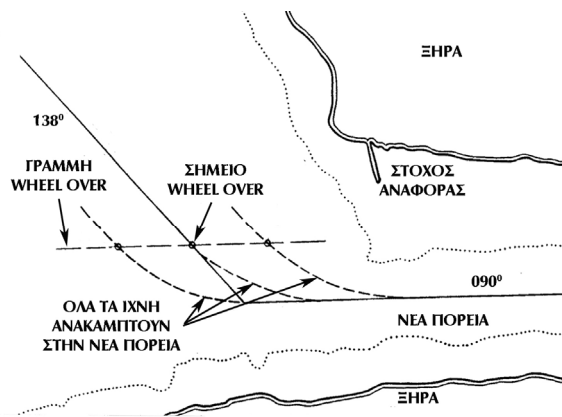
Σχήμα 4-18β: Οριακές γραμμές και κύκλοι ασφαλείας στον ενδείκτη

Για να υποτυπωθούν στον ενδείκτη τα σημεία τα οποία προσδιορίζουν την αρχή και το τέλος του κάθε σκέλους μίας οριακής γραμμής προσεγγίσεως, μετρήσατε στον ναυτιλιακό χάρτη την διόπτρευση και απόσταση του στόχου αναφοράς από τα σημεία αυτά και χαράξατε αντίστοιχα σημεία από την θέση του πλοίου (κέντρο της σαρώσεως) στον ενδείκτη. Σχεδιάσατε τις οριακές γραμμές με διαφορετική διαγράμμιση.

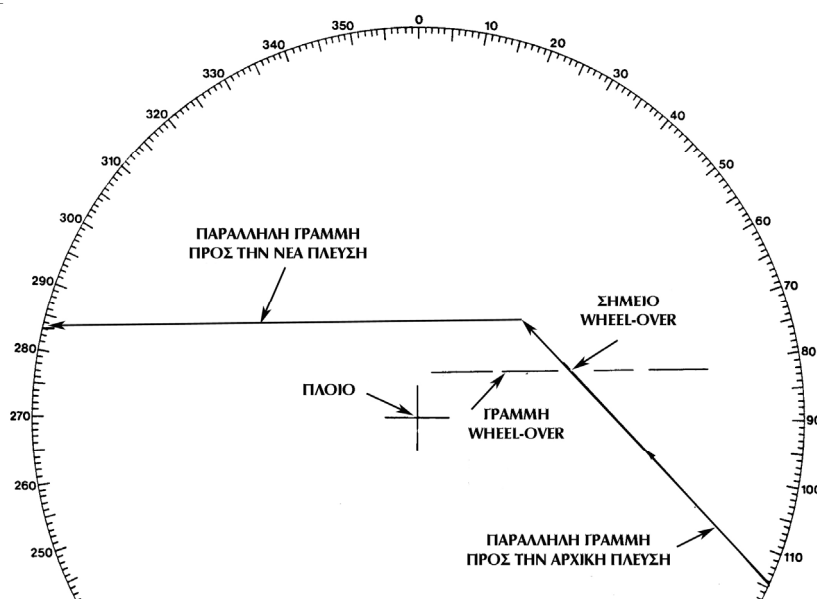
**ΚΥΚΛΟΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (danger circles):** Τα σχήματα 4-18α, 4-18β, παρουσιάζουν έναν ναυτιλιακό κίνδυνο 'Δ', ο οποίος περιβάλλεται από έναν κύκλο ασφαλείας. Κατά τα γνωστά, η θέση του ναυτιλιακού κινδύνου στον ενδείκτη, προσδιορίζεται αφού πρώτα μετρηθεί η θέση του στόχου αναφοράς από το σημείο 'Δ' στον χάρτη. Στην συνέχεια η θέση αυτή μεταφέρεται στον ενδείκτη από την θέση του πλοίου (κέντρο της σαρώσεως).

### Σημεία αλλαγής πορείας (WHEEL-OVER)

Κατά τον διάπλου στενών με μεγάλα πλοία, συνιστάται να προσχεδιάζονται τα σημεία στα οποία δίδεται η εντολή αλλαγής πορείας (WHEEL-OVER) επί τη βάσει των ελκτικών χαρακτηριστικών του πλοίου. Με την χρήση αυτών των στοιχείων, είναι δυνατή η τήρηση του ίχνους κατά τις αλλαγές πορείων. Στα σχήματα 4-19α και 4-19β παρουσιάζεται ένα σχετικό παράδειγμα αλλαγής πορείας.



Σχήμα 4-19α: Σημείο και γραμμή WHEEL-OVER (σχεδίαση στον ναυτιλιακό χάρτη)



Σχήμα 4-19β: Σημείο και γραμμή WHEEL-OVER (σχεδίαση στον ενδείκτη)

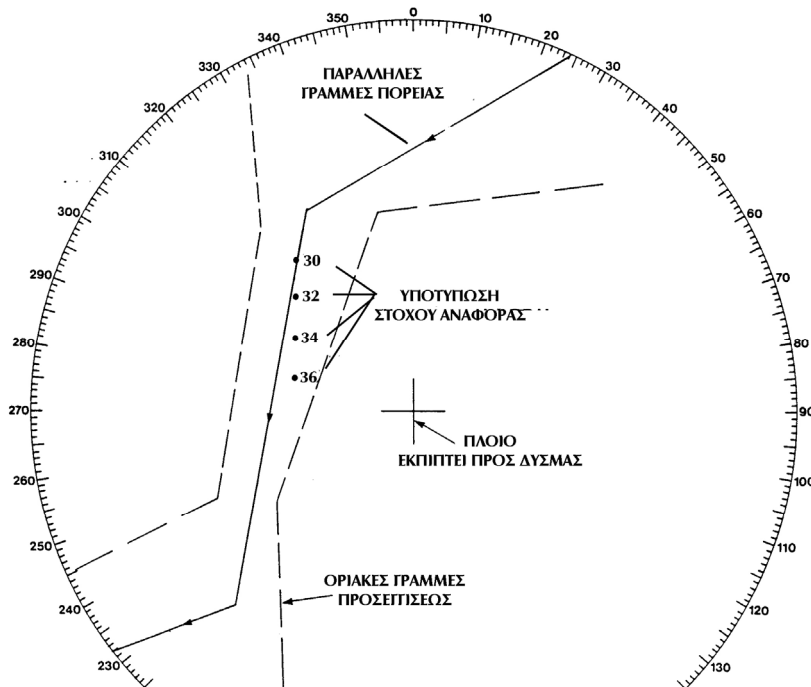
Επί του ναυτιλιακού χάρτη σχεδιάζεται το σημείο WHEEL-OVER σε μία απόσταση πριν από το σημείο αλλαγής πορείας, η οποία προσδιορίζεται από τα ελκτικά στοιχεία πλοίου με δεδομένη γωνία ηδάλιου και ταχύτητα πλοίου. Το σημείο αυτό μεταφέρεται στον ενδείκτη, αφού πρώτα μετρηθεί κατά τα γνωστά η διόπτευση και απόσταση του στόχου αναφοράς από το σημείο αυτό. Στην συνέχεια φέρεται η γραμμή WHEEL-OVER, παράλληλη από το σημείο WHEEL-OVER προς την επόμενη παράλληλη με την νέα πορεία γραμμή.

Όταν ο στόχος αναφοράς φθάσει στην γραμμή WHEEL-OVER, η στροφή πρέπει να αρχίσει. Ακόμη και εάν το πλοίο πριν από την αλλαγή πορείας δεν τηρεί επακριβώς το ίχνος του, μετά την αλλαγή ανακάμπτει επί της νέας πορείας. Από το σχήμα 4-19α φαίνεται ότι εάν το πλοίο δεν τηρεί το ίχνος του πρέπει να διατάξει την στροφή νωρίτερα ή αργότερα για να ανακάμψει στην νέα πορεία. Τούτο επιτυγχάνεται ευκόλως με αυτήν την τεχνική, αρκεί να δοθεί διαταγή αλλαγής πορείας όταν ο στόχος αναφοράς διασταυρώσει την γραμμή WHEEL-OVER σε οποιοδήποτε σημείο αυτής.

Σημείωση: Συνιστάται να υπολογίζεται το σημείο WHEEL-OVER με μικρή γωνία ηδάλιου ( $10^\circ$  έως  $15^\circ$ ) ώστε να υπάρχει περιθώριο εφαρμογής μεγαλύτερης γωνίας εάν για οποιοδήποτε λόγο χρειαστεί.

### Παρακολούθηση της προχωρήσεως του πλοίου

Όπως επεξηγήθηκε, με την μέθοδο των παράλληλων γραμμών, επιδιώκεται ο στόχος αναφοράς να διαγράφει πιστά το ίχνος αυτών των παράλληλων γραμμών ή τουλάχιστον να εκτρέπεται όχι πέρα από τις οριακές γραμμές προσεγγίσεως κατά την προχώρηση του πλοίου. Προς τούτο ο ναυτιλόμενος πρέπει να παρακολουθεί συνεχώς την φαινόμενη κίνηση του στόχου αναφοράς στον ενδείκτη και να σημειώνει αφενός μεν την θέση αυτού σε σχέση με τις παράλληλες γραμμές και τις οριακές γραμμές προσεγγίσεως και αφετέρου τον ρυθμό με τον οποίο ο στόχος αναφοράς προσεγγίζει τις οριακές γραμμές σε περίπτωση υπάρξεως ρεύματος στην περιοχή.



Σχήμα 4-20: Παρακολούθηση της προχωρήσεως του πλοίου δια συστηματικής υποτυπώσεως του στόχου αναφοράς

Απλή παρατήρηση, παρέχει αυτές τις πληροφορίες πλην όμως συνιστάται η υποτύπωση του στόχου αναφοράς επί του ενδείκτη για να είναι περισσότερο καταφανής ο κίνδυνος τον οποίο τυχόν διατρέχει το πλοίο από έκπτωση. Η θέση του στόχου αναφοράς σε σχέση με τις οριακές γραμμές προσεγγίσεως παρέχει



Άμεση ένδειξη για το πόσο ασφαλής θαλάσσιος χώρος είναι ακόμα διαθέσιμος. Ο ναυτιλόμενος δύναται επί τη βάση αυτών των πληροφοριών να κρίνει εάν απαιτείται διορθωτική αλλαγή.

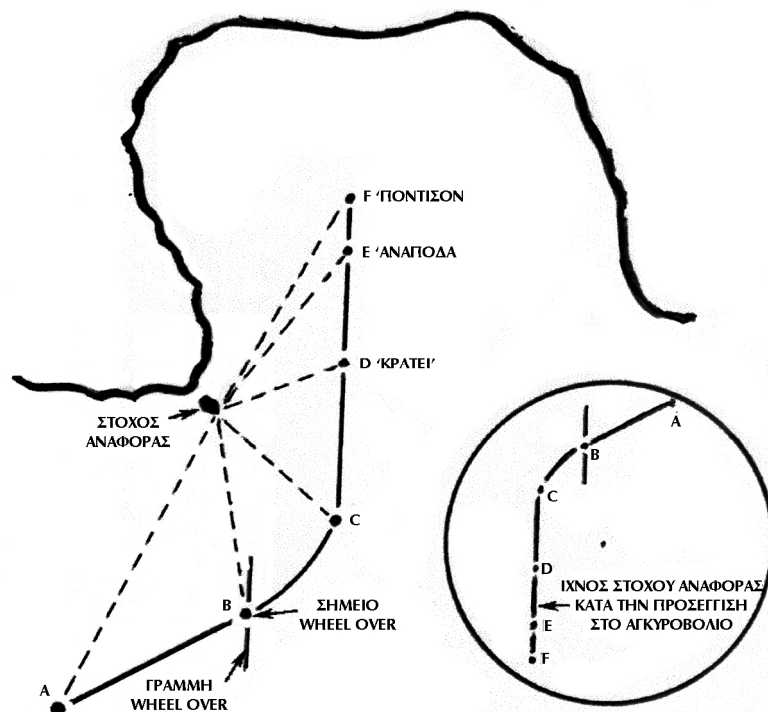
Το σχήμα 4-20, παρουσιάζει μία περίπτωση κατά την οποία το πλοίο διέρχεται σε οριοθετημένα από τις οριακές γραμμές προσεγγίσεως ύδατα. Συστηματική υποτίμηση του στόχου αναφοράς δίδει την ένδειξη ότι το πλοίο αποκλίνει από το προδιαγεγραμμένο ίχνος του, αφού ο στόχος αναφοράς αποκλίνει από την παράλληλη γραμμή. Είναι φανερό ότι το πλοίο εκπίπτει προς δυσμάς, αφού ο στόχος αναφοράς αποκλίνει προς ανατολάς. Στην προκειμένη περίπτωση, απαιτείται διορθωτική αλλαγή πορείας μερικές μοίρες δεξιότερα, ώστε ο στόχος αναφοράς να επανέλθει επί της παράλληλης γραμμής ή τουλάχιστον να μη αποκλίνει περισσότερο από αυτήν.

Σημειώνεται ότι στην προκειμένη περίπτωση, δεν έχει σημασία η πορεία του πλοίου, δηλαδή η κατεύθυνση προς την οποία είναι εστραμμένη η πλώρη του πλοίου, αλλά το ίχνος του ως προς τον βυθό. Η διαφορά της πορείας ως προς το νερό και ως προς τον βυθό δυνατόν να είναι μεγάλη για μικρές ταχύτητες πλοίου και ισχυρό ρεύμα. Αυτή η διαφορά πολλές φορές αποπροσανατολίζει.

Κατά την προχώρηση του στόχου αναφοράς επί των παραλλήλων γραμμών δεν είναι απαραίτητη η διατήρηση των τμημάτων τους από τα οποία ο στόχος αναφοράς έχει διέλθει και επομένως αυτά τα τμήματα δύναται να διαγράφονται από τον ενδείκτη.

#### 4.4.4 Αγκυροβολία δια της μεθόδου τυφλής πλοηγήσεως σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως

Η πόντιση της άγκυρας σε προσδιορισμένο σημείο υπό συνθήκες χαμηλής ορατότητας, είναι δυνατόν να εξασφαλιστεί με την μέθοδο των παραλλήλων γραμμών σε ενδείκτη ραντάρ σχετικής κινήσεως αρκεί να μεταφερθούν όλα τα σημεία αλλαγών πορείας, αλλαγών ταχύτητας, καθώς και τα σημεία 'ΚΡΑΤΕΙ', 'ΑΝΑΠΟΔΑ', 'ΠΟΝΤΙΣΟΝ' κοκ από τον ναυτιλιακό χάρτη στον ενδείκτη ραντάρ, ως προς ένα στόχο αναφοράς.



Σχήμα 4-21: Προσέγγιση σε αγκυροβόλιο δια της μεθόδου τυφλής πλοηγήσεως σε ενδείκτη ραντάρ σχετικής κινήσεως

Το σημεία μεταφέρονται στον ενδείκτη κατά τα γνωστά, αφού πρώτα μετρηθεί η διόπτρευση και απόσταση του στόχου αναφοράς από καθένα σημείο. Οι γραμμές 'wheel over' μεταφέρονται επίσης κατά τα γνωστά από τα σημεία 'wheel over'. Το πλοίο χειρίζεται ως απαιτείται ώστε ο στόχος αναφοράς να διαγράφει το χαραγμένο στην οθόνη του ραντάρ ίχνος.

Ένα παράδειγμα αγκυροβολίας με την μέθοδο τυφλής πλοηγήσεως σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως παρουσιάζεται στο σχήμα 4-21. Το σημείο 'Α' είναι το σημείο στο οποίο διατάσσεται η ταχύτητα προσεγγίσεως στο αγκυροβόλιο (έστω 10 knots). Στο σημείο 'Β' διατάσσεται αλλαγή πορείας ή εάν το πλοίο δεν ακολουθεί πιστά το ίχνος 'ΑΒ', διατάσσει την αλλαγή πορείας όταν ο στόχος αναφοράς διασταυρώνει την χαραγμένη 'wheel over' γραμμή στον ενδείκτη. Το σημείο 'D' είναι το σημείο 'ΚΡΑΤΕΙ', το σημείο 'Ε' είναι το σημείο 'ΑΝΑΠΟΔΑ' και το σημείο 'F' είναι το σημείο 'ΠΟΝΤΙΣΟΝ'.

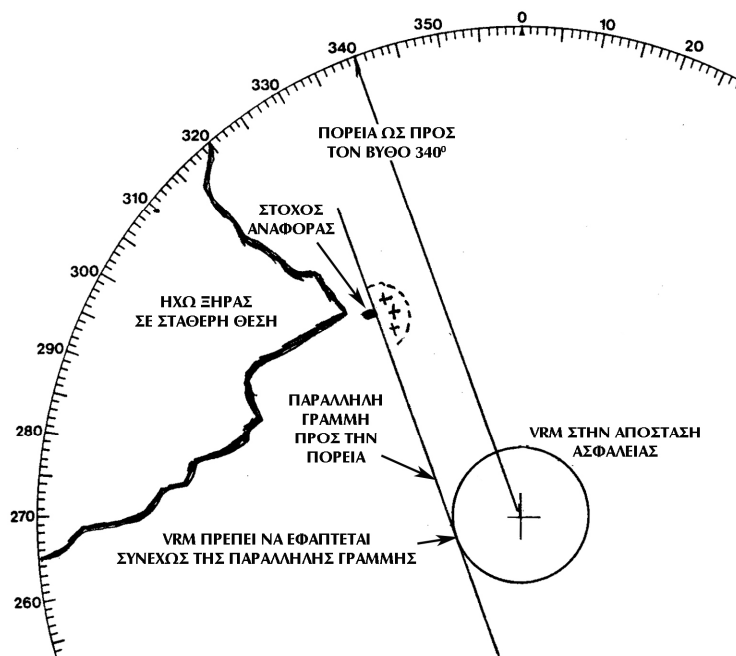
Μετά την αγκυροβολία είναι δυνατόν να τοποθετηθεί ένα VRM με το κέντρο του στο σημείο 'F' ('ΠΟΝΤΙΣΟΝ') και απόσταση την απόσταση του περιθωρίου ανεμίσηματος του πλοίου. Το πλοίο τηρείται ασφαλώς στο αγκυροβόλιο όταν ο στόχος αναφοράς ευρίσκεται εντός του VRM. Διαφορετικά το πλοίο σύρει την άγκυρά του.

#### 4.4.5 Τυφλή πλοήγηση σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως

Σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό είναι δυνατή η εκτέλεση τυφλής πλοηγήσεως με έναν από τους δύο ακόλουθως περιγραφόμενους τρόπους:

##### Με χάραξη παραλλήλων γραμμών

Σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως ως προς τον βυθό, η ηχώ ενός σταθερού στόχου (ξηράς) - στην προκειμένη περίπτωση του στόχου αναφοράς - παραμένει σε σταθερή θέση ανεξάρτητα από την ύπαρξη ρεύματος και το κέντρο της σαρώσεως διαγράφει το ίχνος του πλοίου ως προς τον βυθό με την ταχύτητα του πλοίου ως προς τον βυθό.



Σχήμα 4-22: Τυφλή πλοήγηση σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως με χάραξη παραλλήλων γραμμών

Εάν χαραχτεί μία ευθεία γραμμή από τον στόχο αναφοράς και εφαπτόμενη ενός κύκλου VRM στην απόσταση διελεύσεως ασφαλείας από τον στόχο αναφοράς, η κατεύθυνση αυτής της γραμμής,

αντιπροσωπεύει την πορεία ως προς τον βυθό την οποία πρέπει να τηρήσει το πλοίο. Κάθε απόκλιση από αυτήν την πορεία γίνεται αντιληπτή με την αποχώρηση του κύκλου VRM από αυτήν την γραμμή. Έτσι ο κύκλος της αποστάσεως ασφαλείας VRM πρέπει πάντοτε να εφάπτεται της χαραγμένης γραμμής όπως δείχνει το σχήμα 4-22.

### **Με χάραξη γραμμών πορείας**

Εάν η εικόνα ραντάρ σταθεροποιηθεί με ακρίβεια ως προς τον βυθό, ο ενδείκτης δύναται να χρησιμοποιηθεί ως ναυτιλιακός χάρτης. Τα δεδομένα της σχεδιάσεως πλου όπως γραμμές πορειών, οριακές γραμμές προσεγγίσεως κοκ, δύναται να μεταφερθούν στον ενδείκτη αναφορικά με αναγνωρίσιμους και σταθερούς στόχους. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην αναγνώριση των στόχων και στην σωστή μεταφορά των στοιχείων. Η αξιοπιστία της μεθόδου αυξάνεται στις μικρές κλίμακες με την χρησιμοποίηση των εγγυτέρων στόχων ξηράς ως σημείων αναφοράς. Η εικόνα η οποία σχηματίζεται επί του ενδείκτη πρέπει να είναι αντίγραφο της σχεδιάσεως επί του ναυτιλιακού χάρτη.

Καθώς το πλοίο προχωρεί στην περιοχή, οι στόχοι αναγνωρίζονται και χαράσσονται οι γραμμές πορείας και οι οριακές γραμμές προσεγγίσεως στον ενδείκτη επί τη βάση των προηγουμένως ληφθέντων διοπτρεύσεων και αποστάσεων. Κάθε γραμμή ελέγχεται με τον ναυτιλιακό χάρτη ως προς την διεύθυνση και το μήκος της. Στα σχήματα 4-23α και 4-23β παρουσιάζεται ένα σχετικό παράδειγμα.

Κατά την προχώρηση του πλοίου ο ναυτιλόμενος πρέπει να είναι προετοιμασμένος για επανατοποθέτηση του κέντρου της σαρώσεως ή και για αλλαγή κλίμακας εάν απαιτηθεί. Αυτό απαιτεί εξ αρχής χάραξη των γραμμών.

Πρέπει να σημειωθεί ότι εάν η σταθεροποίηση ως προς τον βυθό δεν τηρείται επακριβώς, η θέση των στόχων ξηράς δεν παραμένει σταθερή. Πολλοί ναυτιλόμενοι πιστεύουν ότι αυτός ο σοβαρός περιορισμός της μεθόδου παραλλήλων γραμμών σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως καθιστά την μέθοδο μη πρόσφορη πρακτικά.

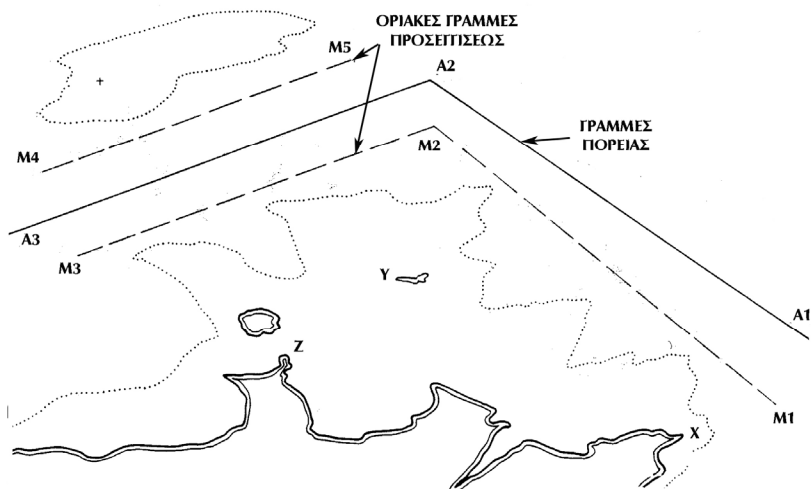
#### **4.4.6 Άλλα ζητήματα σχετικά με την μέθοδο των παραλλήλων γραμμών**

Η μέθοδος των παραλλήλων γραμμών είναι ένα συμπληρωματικό εργαλείο ασφαλούς ναυσιπλοΐας και ουδόλως απαλλάσσει τον ναυτιλόμενο από την απαίτηση προσδιορισμού στιγμάτων σε τακτά διαστήματα με την χρήση όλων των διαθέσιμων πηγών.

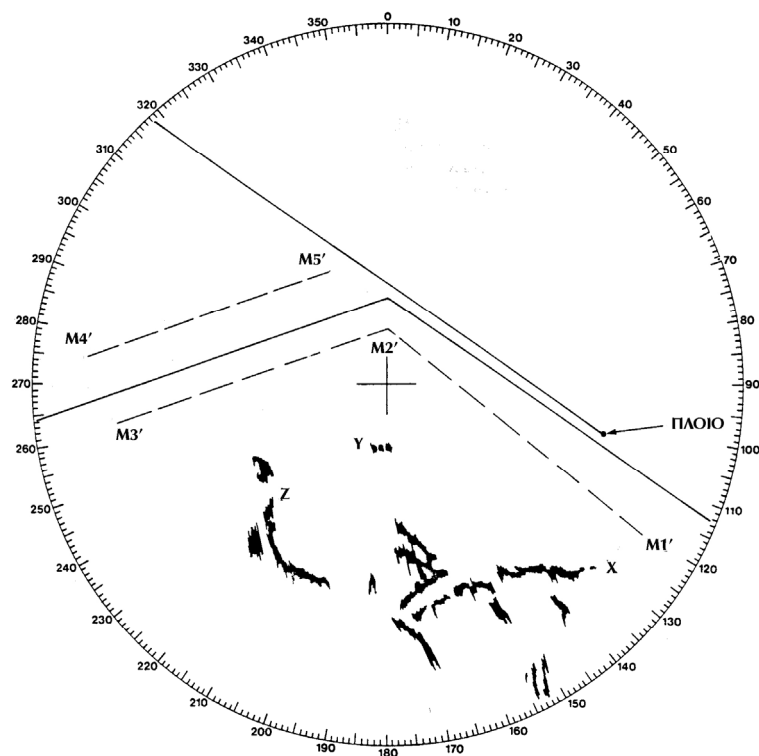
Οι παράλληλες γραμμές οι οποίες χαράσσονται σε ανακλαστικό υποτυπωτή, αναφέρονται στην μία και μόνη συγκεκριμένη κλίμακα. Εάν η κλίμακα αλλάξει, πρέπει να χαραχθούν εξ αρχής και τούτο αποτελεί ένα από τα μειονεκτήματα του ανακλαστικού υποτυπωτή. Οι νεότερης τεχνολογίας συσκευές προσφέρουν την δυνατότητα τοποθέτησεως συνθετικών παραλλήλων γραμμών για τυφλή πλοήγηση, οπότε κατά τις αλλαγές κλίμακας οι παράλληλες γραμμές παραμένουν στις ίδιες θέσεις προσαρμοζόμενες στην νέα κλίμακα.

Συνοπτικά, τα ακόλουθα σημεία χρήζουν προσοχής κατά την εφαρμογή της μεθόδου παραλλήλων γραμμών:

- α. Η τυφλή πλοήγηση πραγματοποιείται είτε σε ενδείκτη σχετικής κινήσεως και προσανατολισμό NORTH UP, είτε σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό. Η τελευταία μέθοδος αποτελεί δευτερεύουσα επιλογή έναντι της πρώτης.
- β. Κατά την φάση της προετοιμασίας, η σχεδίαση πρέπει να πραγματοποιηθεί πολύ προσεκτικά, ώστε να επιλεγούν ασφαλείς πορείες δυνάμενες να τηρηθούν στην πράξη δια μέσου των στόχων αναφοράς. Η επιλογή των στόχων αναφοράς πρέπει να προσεχτεί ιδιαίτερα, ώστε να εντοπίζονται και να αναγνωρίζονται ευκρινώς με το ραντάρ. Επίσης να ευρίσκονται εντός της χρησιμοποιούμενης κλίμακας, σε όλα τα στάδια της διελεύσεως από την επικίνδυνη περιοχή.
- γ. Προσοχή πρέπει να δοθεί στην ακρίβεια των δεδομένων και στον κίνδυνο λαθών κατά την μεταφορά αυτών από τον ναυτιλιακό χάρτη στον ενδείκτη.
- δ. Η απόδοση του ραντάρ πρέπει να ελέγχεται και να επιβεβαιώνεται (performance monitor, σφάλμα γυροπυξίδας, ευθυγράμμιση γραμμής πλήρης, ακρίβεια μετρήσεων μέσω VRM / EBL / κάρσορα κοκ).



Σχήμα 4-23α: Τυφλή πλοήγηση σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως με χάραξη γραμμών πορείας (σχεδίαση στον ναυτιλιακό χάρτη)



Σχήμα 4-23β: Τυφλή πλοήγηση σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως με χάραξη γραμμών πορείας (σχεδίαση στον ενδείκτη)

## Κεφάλαιο 5

### Χρησιμοποίηση Ραντάρ για Αποφυγή Συγκρούσεων

#### 5.1 Το ραντάρ και οι κανονισμοί προς αποφυγή συγκρούσεων

Όταν οι COLREGS αναθεωρήθηκαν το 1960 και τέθηκαν σε εφαρμογή το 1965, αμέσως κατέστη προφανής η ανεπάρκειά τους. Στα επόμενα έτη σημειώθηκε αλματώδης ανάπτυξη του διεθνούς εμπορίου και ως εκ τούτου, ανάλογη διεύρυνση του όγκου της διεθνούς ναυτιλίας, προς την κατεύθυνση της κατά μονάδα χωρητικότητας των πλοίων, του αριθμού των πλοίων του παγκόσμιου εμπορικού στόλου, αλλά και της ταχύτητας των πλοίων. Οι εξελίξεις αυτές εξυπηρέτησαν μεν τις ανάγκες του διεθνούς εμπορίου, αλλά κατέστησαν συγχρόνως πρόξενοι δυσχερειών στον τομέα της ναυσιπλοΐας. Οι δυσχέρειες κατέστησαν εντονότερες λόγω της μεταφοράς επικίνδυνων φορτίων και της συνεπαγόμενης μόλυνσεως του περιβάλλοντος σε περίπτωση ατυχήματος. Εξ άλλου η καθολική αποδοχή και χρήση του ραντάρ ως εργαλείου ασφαλούς ναυσιπλοΐας και αποφυγής συγκρούσεως, η καθιέρωση ζωνών διαχωρισμού θαλάσσιας κυκλοφορίας (traffic separation schemes), αλλά και η απαίτηση εναρμονισμού των COLREGS με τις μέχρι τότε σχετικές αναθεωρήσεις της συμβάσεως SOLAS (Safety of Life at Sea), έδωσαν αφορμή να συγκληθεί διεθνής προς τούτο διάσκεψη τον Οκτώβριο του 1972 στο Λονδίνο. Στα πλαίσια αυτής, τα συμβαλλόμενα μέρη – μεταξύ των οποίων και η Ελλάς – πρόβαλαν την αναγκαιότητα διατηρήσεως υψηλού επιπέδου ασφαλείας στην θάλασσα. Καρπός της διεθνούς ως άνω διασκέψεως υπήρξε η κατάρτιση των και μέχρι σήμερα ισχυόντων COLREGS 1972, οι οποίοι τέθηκαν σε ισχύ το 1977<sup>1</sup>. Οι κανονισμοί αυτοί, συμπληρώθηκαν με προσθήκες το 1981, 1987, 1989, 1993 και 2001<sup>2</sup>.

Οι COLREGS χωρίζονται σε πέντε (5) μέρη και τέσσερα (4) παραρτήματα όπως παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα 5-1.

ΜΕΡΟΣ Α	ΜΕΡΟΣ Β			ΜΕΡΟΣ Γ	ΜΕΡΟΣ Δ	ΜΕΡΟΣ Ε
Γενικά	Κανόνες χειρισμού και πλεύσεως			Φανοί και σχήματα	Ηχητικά και φωτεινά σήματα	Απαλλαγές
Κανόνες 1-3	Τμήματα			Κανόνες 20-31	Κανόνες 32-37	Κανόνες 38
	I	II	III			
	Κανόνες 4-10	Κανόνες 11-18	Κανόνες 19			
	Διαγωγή πλοίων					
σε οποιαδήποτε κατάσταση ορατότητας	εν όψει αλλήλων	υπό περιορισμένη ορατότητα				
Παράρτημα I: Τοποθετήσεις και τεχνικές λεπτομέρειες φανών και σχημάτων Παράρτημα II: Πρόσθετα σήματα για αλιευτικά πλοία τα οποία αλιεύουν πλησίον μεταξύ των Παράρτημα III: Τεχνικές λεπτομέρειες μέσων παραγωγής ηχητικών σημάτων Παράρτημα IV: Σήματα κινδύνου						

Σχήμα 5-1: Δομή COLREGS 72

<sup>1</sup> Οι COLREGS 72 κυρώθηκαν από την Ελλάδα με το Νομοθετικό Διάταγμα 93/74 (ΦΕΚ 293 Α'/74) και τέθηκαν σε ισχύ με το Προεδρικό Διάταγμα 94/77 (ΦΕΚ 30 Α'/77) από 15-7-1977.

<sup>2</sup> Οι τροποποιήσεις με βάση την προσθήκη του Νοεμβρίου 2001 τέθηκαν σε ισχύ την 29<sup>η</sup> Νοεμβρίου 2003.

## 5.2 Σχετικοί με την χρήση ραντάρ κανόνες των COLREGS 72

Στους COLREGS 60, ουδόλως γίνεται απ' ευθείας μνεία αναφορικά με την χρησιμοποίηση του ραντάρ, παρά μόνο συστάσεις. Στο ΜΕΡΟΣ Β των COLREGS 72 (Κανόνες Χειρισμού και Πλεύσεως), περιλαμβάνονται δύο τμήματα, το ΤΜΗΜΑ Ι (ΔΙΑΓΩΓΗ ΠΛΟΙΩΝ ΣΕ ΟΠΟΙΑΔΗΠΟΤΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ) και το ΤΜΗΜΑ ΙΙΙ (ΔΙΑΓΩΓΗ ΠΛΟΙΩΝ ΥΠΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ), τα οποία έχουν ιδιαίτερη σημασία για την χρησιμοποίηση του ραντάρ ως εργαλείου αποφυγής συγκρούσεων. Ιδιαίτερως οι κανόνες 5, 6, 7 και 8, του ΤΜΗΜΑΤΟΣ Ι έχουν άμεση ή έμμεση σχέση με την χρήση ραντάρ, ενώ ο κανόνας 19 του ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΙΙ κάνει άμεσα αναφορά στην χρήση ραντάρ.

### 5.2.1 Επιτήρηση (lookout) – κανόνας 5

#### Rule 5: Look-out

*Every vessel shall at all times maintain a proper look-out by sight and hearing as well as by all available means appropriate in the prevailing circumstances and condition so as to make a full appraisal of the situation and of the risk of collision.*

#### Κανόνας 5: Επιτήρηση

*Κάθε πλοίο θα τηρεί πάντοτε την πρέπουσα οπτική και ακουστική επιτήρηση (lookout), καθώς και επιτήρηση με όλα τα διαθέσιμα κατάλληλα μέσα ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες, έτσι ώστε να έχει πλήρη εκτίμηση της καταστάσεως και του κινδύνου συγκρούσεως.*

Στους COLREGS 60, η απαίτηση εφαρμογής επαρκούς επιτηρήσεως αναφερόταν ως αντικείμενο καλής ναυτικής πρακτικής (good seamanship). Η ερμηνεία του όρου 'proper lookout' αφήνονταν στα δικαστήρια τα οποία εκδίκαζαν υποθέσεις ναυτικών ατυχημάτων. Στους COLREGS 72, ο κανόνας 5 προσδιορίζει με μεγαλύτερη έμφαση και σαφήνεια αυτόν τον σπουδαιότατο παράγοντα της επαρκούς εποπτείας με όλα τα διαθέσιμα κατάλληλα μέσα για αποφυγή του κινδύνου συγκρούσεων. Η φράση 'όλα τα διαθέσιμα κατάλληλα μέσα' περιλαμβάνει φυσικά τόσο την οπτική επιτήρηση όσο και την επιτήρηση με ραντάρ. Στα διαθέσιμα κατάλληλα μέσα δεν πρέπει να εξαιρείται το ραδιοηλεκτρικό VHF. Η φράση 'να έχει πλήρη εκτίμηση της καταστάσεως' αναφέρεται έμμεσα στην συστηματική παρατήρηση (systematic observation) και εφαρμογή υποτυπώσεως ραντάρ (radar plotting). Ο κανόνας αναφέρεται τόσο σε συνθήκες καθαρής ορατότητας όσο και σε συνθήκες χαμηλής ορατότητας και τούτο δηλώνεται με την φράση 'ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες'.

Η οπτική επιτήρηση εξασφαλίζεται με οπτήρες. Ο οπτήρας πρέπει να αναφέρει όλα τα φώτα (αναλάμποντα και σταθερά), πλοία και επιπλέοντα μεγάλα αντικείμενα. Σε συνθήκες περιορισμένης ορατότητας, πρέπει να αναφέρει επί πλέον τα ηχητικά σήματα άλλων πλοίων. Σε πολυσύχναστες για την ναυσιπλοΐα περιοχές στις προσβάσεις λιμένων, δεν αναμένεται να αναφέρει όλα τα αντικείμενα τα οποία υποπίπτουν στην αντίληψη του, αλλά μόνο τους στόχους ή τα αντικείμενα με τα οποία εγκυμονείται κίνδυνος συγκρούσεως και ιδιαίτερα τα μικρά παραπλέοντα σκάφη, τα οποία ενδέχεται να διαφύγουν της προσοχής του Αξιωματικού Φυλακής. Να ληφθεί υπόψη ότι σε αυτές τις περιπτώσεις, συχνές αναφορές των οπτήρων, όχι μόνο δεν συμβάλλουν στην αποτελεσματική επιτήρηση, αλλά προκαλούν επιζήμια απόσπαση προσοχής του Αξιωματικού Φυλακής.

Σε περιπτώσεις εκδικάσεως υποθέσεων ναυτικών ατυχημάτων, τα δικαστήρια λαμβάνουν υπόψη τον αριθμό του διαθέσιμου προσωπικού, τις συνθήκες ορατότητας, την ναυτιλιακή κίνηση και λοιπούς παράγοντες προκειμένου να αξιολογήσουν την επάρκεια αποτελεσματικής οπτικής επιτηρήσεως. Πάντως ακόμη και μικρά σκάφη με ελάχιστο διαθέσιμο προσωπικό δεν δικαιολογούνται να μη εξασφαλίζουν επαρκή επιτήρηση με οπτήρα, τουλάχιστον κατά την διάρκεια της νύκτας όταν υπάρχει πυκνή ναυτιλιακή κίνηση ή και περιορισμένη ορατότητα.

Το ραντάρ συνιστά το πολυτιμότερο συμπλήρωμα της οπτικής επιτηρήσεως. Παρέχει αρκετά έγκαιρη προειδοποίηση για στόχους και παραδοσιακά χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν κυρίως σε συνθήκες χαμηλής ορατότητας. Σήμερα με την αύξηση της ναυτιλιακής κινήσεως και τις μεγάλες ταχύτητες των πλοίων, το ραντάρ χρησιμοποιείται ευρύτατα ακόμη και σε συνθήκες καθαρής ατμόσφαιρας την ημέρα. Ο ναυτιλόμενος δικαιολογείται να μη εξασκεί επιτήρηση με το ραντάρ, μόνον στην περίπτωση κατά την οποία τούτο δεν λειτουργεί ικανοποιητικά, ή λειτουργεί με διακοπές ή εμφανίζει εσφαλμένες ενδείξεις ή υπερβολικά παράσιτα και παρεμβολές και αποδεδειγμένα ως εκ τούτου δεν είναι αξιόπιστο. Πλοία, υπό

συνθήκες καθαρής ατμόσφαιρας, κατηγορήθηκαν στο παρελθόν, διότι δεν εξάσκησαν συστηματική επιτήρηση με το ραντάρ για να διαπιστώσουν κίνδυνο συγκρούσεως.

Όταν αναμένεται ομίχλη, κατά την διάρκεια της ημέρας, το ραντάρ πρέπει να είναι έτοιμο προς άμεση χρήση στην κατάσταση 'STANDBY'. Κατά την νύκτα, πρέπει οπωσδήποτε να είναι πλήρως ενεργοποιημένο, επειδή πολλές φορές η ομίχλη δεν γίνεται αντιληπτή. Επομένως πρέπει να λεχθεί ότι αποτελεί πάντοτε καλή πρακτική, ιδιαίτερα για ταχεία πλοία, το ραντάρ να είναι ενεργοποιημένο κατά την νύκτα. Σύμφωνα με τους κανόνες της καλής ναυτικής πρακτικής, σε πυκνή ομίχλη, ένα πλοίο χωρίς επιχειρησιακό ραντάρ, ίσως δεν δικαιολογείται να ναυσιπλοεί.

Για την χρησιμοποίηση του ραντάρ σε χαμηλή ορατότητα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- α. Ρύθμιση ANTI-CLUTTER: Υπερβολική απόρριψη θαλάσσιων επιστροφών αποτρέπει τον εντοπισμό στόχων εγγύς του πλοίου.
- β. Ύπαρξη νεκρών τομέων και τομέων σκιάς από υπερκατασκευές: Μικρές αλλαγές πορείας συνιστώνται σε αυτήν την περίπτωση.
- γ. Συμμόρφωση με τον κανόνα 35 (ηχητικά σήματα σε περιορισμένη ορατότητα) ακόμη και εάν δεν υπάρχουν στόχοι στην οθόνη του ραντάρ.
- δ. Συμμόρφωση με τον κανόνα 34(α) (σήματα χειρισμών και προειδοποιήσεως) μόνο για πλοία εν όψει αλλήλων.
- ε. Επιλογή κλίμακας με τα ακόλουθα κριτήρια:
  - Ταχύτητα πλοίου (μεγαλύτερη κλίμακα για μεγαλύτερες ταχύτητες).
  - Ακρίβεια μετρήσεων διοπτεύσεως και αποστάσεως (σε μικρότερες κλίμακες, η ακρίβεια των μετρήσεων βελτιώνεται ιδιαίτερα όταν τα αντικείμενα ευρίσκονται στην περιφέρεια του ενδείκτη).
  - Μήκος των ηχώ των απόνερων (σε μικρότερες κλίμακες το μήκος των ηχώ των απόνερων είναι μεγαλύτερο).
  - Ενδεχόμενο συναντήσεως με μικρά σκάφη ή πάγους (ευκολότερα ευδιάκριτα σε μικρότερες κλίμακες και με επιλογή μεσαίας ή και μεγάλης διάρκειας παλμού).
  - Πυκνότητα ναυτιλιακής κινήσεως στην περιοχή (επιλογή μεγάλης κλίμακας προκαλεί σύγχυση όταν σε εγγύτερες αποστάσεις παρατηρείται μεγάλη συγκέντρωση πλοίων).
  - Απόσταση πρώτου εντοπισμού: Χρησιμοποιώντας κλίμακα 12 nm με αποκέντρωση, στόχοι συνήθους μεγέθους εμπορικού πλοίου, δύνανται να εντοπιστούν σε αποστάσεις περί τα 16 nm και πλέον.
- Συνοψίζοντας, η επιλογή κλίμακας πρέπει να είναι συνυφασμένη με την ταχύτητα του πλοίου. Περιοδικά να γίνεται αλλαγή σε μικρότερες κλίμακες για μετρήσεις μεγαλύτερης ακρίβειας αλλά και για έρευνα μικρών στόχων σε εγγύς αποστάσεις.

## 5.2.2 Ασφαλής ταχύτητα (safe speed) – κανόνας 6

### Rule 6: Safe speed

*Every vessel shall at all times proceed at a safe speed so that she can take proper and effective action to avoid collision and be stopped within a distance appropriate to the prevailing circumstances and conditions. In determining a safe speed the following factors shall be among those taken into account:*

(a) *By all vessels:*

### Κανόνας 6: Ασφαλής ταχύτητα

*Κάθε πλοίο θα πλέει πάντοτε με ασφαλή ταχύτητα, έτσι ώστε να δύναται να λαμβάνει ταρέποντα και αποτελεσματικά μέτρα προς αποφυγή συγκρούσεως και να ακινητεί εντός της ορισμένης αποστάσεως για τις επικρατούσες περιστάσεις και συνθήκες. Για τον προσδιορισμό της ασφαλούς ταχύτητας, οι ακόλουθοι παράγοντες θα είναι μεταξύ εκείνων οι οποίοι θα λαμβάνονται υπόψη:*

(α) *Από όλα τα πλοία:*

<i>(i) the state of visibility;</i>	<i>(i) η κατάσταση ορατότητας;</i>
<i>(ii) the traffic density including concentrations of fishing vessels or any other vessels;</i>	<i>(ii) η πυκνότητα κυκλοφορίας, στην οποία περιλαμβάνονται και οι συγκεντρώσεις αλιευτικών ή οποιονδήποτε άλλων σκαφών;</i>
<i>(iii) the manoeuvrability of the vessel with special reference to stopping distance and turning ability in the prevailing conditions;</i>	<i>(iii) η ικανότητα χειρισμών του πλοίου, ειδικότερα δε η απόσταση ακινητοποιήσεως και η ικανότητα στροφής υπό τις επικρατούσες συνθήκες;</i>
<i>(iv) at night the presence of background light such as from shore lights or from back scatter of her own lights;</i>	<i>(iv) η κατά την διάρκεια της νύκτας παρουσία αντανάγειας (προβαλλομένου φωτός), όπως εκείνη η οποία προέρχεται από τα φώτα της ξηράς ή από την ανάκλαση στο νερό, των φωτών του ιδίου του πλοίου;</i>
<i>(v) the state of wind, sea and current, and the proximity of navigational hazards;</i>	<i>(v) η κατάσταση του ανέμου, της θαλάσσης και του ρεύματος, καθώς και η ύπαρξη εγγύς ναυτιλιακών κινδύνων;</i>
<i>(vi) the draught in relation to the available depth of water.</i>	<i>(vi) το βύθισμα του πλοίου, σε σχέση με το υπάρχον βάθος των νερών.</i>
<i>(β) Additionally, by vessels with operational radar:</i>	<i>(β) Επί πλέον (πρέπει να λαμβάνονται υπόψη) από τα πλοία τα οποία διαθέτουν συσκευή ραντάρ σε λειτουργία:</i>
<i>(i) the characteristics, efficiency and limitations of the radar equipment;</i>	<i>(i) τα χαρακτηριστικά, η απόδοση και οι περιορισμοί (αποδόσεως) της συσκευής ραντάρ;</i>
<i>(ii) any constraints imposed by the radar range scale in use;</i>	<i>(ii) οποιοσδήποτε περιορισμός, ο οποίος οφείλεται στην χρησιμοποιούμενη κλίμακα του ραντάρ;</i>
<i>(iii) the effect on radar detection of the sea state, weather and other sources of interference</i>	<i>(iii) η επίδραση της καταστάσεως της θαλάσσης, του καιρού και των υπολοίπων πηγών παρεμβολών στον εντοπισμό με το ραντάρ;</i>
<i>(iv) the possibility that small vessels, ice and other floating objects may not be detected by radar at an adequate range;</i>	<i>(iv) το κατά πόσο δύνανται να εντοπιστούν με το ραντάρ μικρά πλοία, πάγοι και άλλα επιπλέοντα αντικείμενα, σε επαρκή απόσταση;</i>
<i>(v) the number, location and movement of vessels detected by radar;</i>	<i>(v) ο αριθμός, οι θέσεις και οι κινήσεις των πλοίων, τα οποία εντοπίζονται με το ραντάρ;</i>
<i>(vi) the more exact assessment of the visibility that may be possible when radar is used to determine the range of vessels or other objects in the vicinity.</i>	<i>(vi) η ακριβέστερη εκτίμηση της ορατότητας, η οποία είναι δυνατή όταν χρησιμοποιείται το ραντάρ για τον προσδιορισμό της αποστάσεως των γύρω πλοίων ή άλλων αντικειμένων.</i>

Ο κανόνας αυτός εισαγάγει μια νέα ερμηνεία της ασφαλούς ταχύτητας πλεύσεως (safe speed). Η ασφαλής ταχύτητα στους COLREGS 72 δεν προσδιορίζεται μόνον επί τη βάση της καταστάσεως ορατότητας όπως στους COLREGS 60. Οι τελευταίοι υποχρέωναν τα πλοία να πλέουν με περιορισμένη ταχύτητα (moderate speed) μόνο σε καταστάσεις περιορισμένης ορατότητας (restricted visibility) και δεν έθεταν περιορισμό ταχύτητας για καταστάσεις καθαρής ατμόσφαιρας. Η αναγκαιότητα πλεύσεως με ασφαλή ταχύτητα σε όλες τις καταστάσεις, κατέστη προφανής με την εμφάνιση μεγάλης χωρητικότητας πλοίων, τα οποία διαδρομούν πολύ μεγάλη απόσταση πριν ακινητοποιηθούν, ακόμη και με την μέγιστη ισχύ αναποδίσεως των μέσων πλώσεώς τους.

Ο όρος moderate speed των COLREGS 60 ερμηνεύτηκε ατύπως ως η ταχύτητα εκείνη, η οποία εξασφαλίζει ακινητοποίηση του πλοίου στην μισή απόσταση ορατότητας. Αλλά αυτό δεν απετέλεσε ποτέ τον κανόνα στην



εκδίκαση υποθέσεων ναυτικών ατυχημάτων. Όταν η ορατότητα περιορίζεται στην απόσταση της πλώρης, δεν σημαίνει ότι το πλοίο πρέπει οπωσδήποτε να ακινητοποιείται. Από την άλλη, πλοίο σε συνθήκες περιορισμένης ορατότητας δεν δικαιολογείται να πλέει με υψηλή ταχύτητα, αν και είναι δυνατή η ακινητοποίηση στην μισή απόσταση ορατότητας.

Σύμφωνα με την διατύπωση του κανόνα, η κατάσταση ορατότητας είναι ο σημαντικότερος παράγοντας προσδιορισμού της ασφαλούς ταχύτητας πλεύσεως, αλλά τούτο δεν σημαίνει ότι συνθήκες πολύ καθαρής ατμόσφαιρας δικαιολογούν σε όλες τις περιστάσεις πλεύση με την μέγιστη δυνατή ταχύτητα. Η απαίτηση πλεύσεως με ασφαλή ταχύτητα ισχύει για όλα ανεξαιρέτως τα πλοία και ιδιαίτερα για τα πλοία τα οποία έχουν περιορισμένη δυνατότητα χειρισμών ή εμποδίζονται από το βύθισμά τους ανεξάρτητα από τις συνθήκες ορατότητας.

Πολλοί παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ασφαλής ταχύτητα είναι αυτονόητοι. Σημαντικός παράγοντας είναι η ελικτική ικανότητα του πλοίου, εξαρτώμενη από την ισχύ αναποδίσεως, από τον αριθμό των αξόνων και τον τύπο των ελίκων, από την διαθεσιμότητα βοηθητικών προωθητήρων (thrusters), από το μέγεθος του πλοίου και την κατάσταση φορτώσεως, ενώ τα ελικτικά χαρακτηριστικά επηρεάζονται από τον άνεμο, τον κυματισμό και το ρεύμα της θαλάσσης.

Άλλοι παράγοντες είναι, η αξιοπιστία και απόδοση της συσκευής ραντάρ, ο αριθμός των διαθέσιμων συσκευών ραντάρ, η δυνατότητα διασυνδέσεως (inter-switching) μεταξύ τους, οι δυνατότητες σταθεροποιήσεως και προσανατολισμού εικόνας ραντάρ και τα διατιθέμενα μέσα υποτυπώσεως στόχων αυτόματα ή μη. Αλλαγή σε μικρότερη κλίμακα πρέπει να συνοδεύεται με μείωση ταχύτητας. Οι υπερβολικές ανεπιθύμητες επιστροφές λόγω κυματισμού, βροχής, χιόνος, ομίχλης ή παρεμβολές από παραπλήσια πλοία, δυνατόν να αποκρύπτουν χρήσιμες επιστροφές. Η πιθανότητα μη εντοπισμού στόχων δυνατόν να οφείλεται στις ατμοσφαιρικές συνθήκες, στην υποδιάθλαση (sub-refraction) ή στην μικρή τους ανακλαστική επιφάνεια. Όλα αυτά συνηγορούν σε μείωση ταχύτητας. Ωστόσο, όταν το ραντάρ λειτουργεί αξιόπιστα και η εικόνα του διερμηνεύεται σωστά, δικαιολογείται κατά κανόνα μεγαλύτερη ασφαλής ταχύτητα πλεύσεως από εκείνη η οποία θεωρείται ασφαλής για πλοία χωρίς ραντάρ.

Με απλή παρατήρηση της οπτικής εικόνας και της εικόνας ραντάρ, ο ναυτιλόμενος δύναται να εκτιμήσει την απόσταση ορατότητας. Κατά την διάρκεια της νύκτας, η παρουσία ομίχλης είναι έκδηλη, όταν δεν είναι ορατά πλοϊκά φώτα ενός πλοίου το οποίο δίδει ισχυρή ηχώ στο ραντάρ σε συνήθεις οπτικές αποστάσεις εντοπισμού.

Μέγιστη προσοχή εφιστάται στο γεγονός ότι η υψηλή ταχύτητα δεν παρέχει τον απαιτούμενο χρόνο για εκτίμηση της καταστάσεως και ιδιαίτερα όταν αιφνιδίως παρουσιάζεται ένας απρόβλεπτος κίνδυνος. Η ασφαλής ταχύτητα πλεύσεως, αν και δεν προσδιορίζεται ρητά, είναι εκείνη η οποία εξασφαλίζει έγκαιρη λήψη αποτελεσματικών μέτρων αποφυγής κινδύνου σε κάθε περίπτωση. Πλοία με ραντάρ κατηγορήθηκαν, επειδή η υπερβολική ταχύτητα, δεν επέτρεψε έγκαιρη εκτίμηση της καταστάσεως, ιδιαίτερα μετά τον εντοπισμό μικρών στόχων σε εγγύτερες αποστάσεις. Από την άλλη, η υπερβολικά μειωμένη ταχύτητα δεν είναι πάντοτε ασφαλής, διότι δεν επιτρέπει την αποτελεσματική ηδάλιούχηση του πλοίου.

Η πυκνότητα της ναυτιλιακής κινήσεως είναι ένας παράγοντας ο οποίος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για τον προσδιορισμό της ασφαλούς ταχύτητας πλεύσεως. Όσο πυκνότερη είναι η ναυτιλιακή κίνηση, τόσο αυξάνεται η δυσχέρεια στην εκτίμηση της καταστάσεως. Η εκτίμηση του αποτελέσματος ενός χειρισμού αποφυγής είναι εξ ίσου δυσχερής. Ένας χειρισμός δυνατόν να είναι αποτελεσματικός για αποφυγή συγκρούσεως με ένα συγκεκριμένο στόχο, αλλά να συμβάλει σε επικίνδυνη προσέγγιση με άλλους στόχους στην περιοχή. Επί πλέον η σύνθεση της φυλακής γέφυρας και η εμπειρία του προσωπικού πρέπει να επηρεάζει την γνώμη του Κυβερνήτη για το ποια είναι και ποια δεν είναι η ασφαλής ταχύτητα πλεύσεως.

### 5.2.3 Κίνδυνοι συγκρούσεως (risk of collision) – κανόνας 7

#### *Rule 7: Risk of collision*

*(a) Every vessel shall use all available means appropriate to the prevailing circumstances and conditions to determine if risk of collision exists. If there is any doubt such risk shall be deemed to exist.*

#### Κανόνας 7: Κίνδυνοι συγκρούσεως

*(α) Κάθε πλοίο θα χρησιμοποιεί όλα τα διαθέσιμα και κατάλληλα μέσα, ανάλογα με τις περιστάσεις και τις επικρατούσες συνθήκες για να εκτιμήσει εάν υφίσταται κίνδυνος συγκρούσεως. Στην περίπτωση κατά την οποία υπάρχει οποιαδήποτε*

- αμφιβολία, τότε ο κίνδυνος του είδους αυτού θα θεωρείται ότι υπάρχει.
- (b) Proper use shall be made of radar equipment if fitted and operational, including long-range scanning to obtain early warning of risk of collision and radar plotting or equivalent systematic observation of detected objects.
- (β) Πρέπει να χρησιμοποιείται κατάλληλα η συσκευή ραντάρ, εφόσον είναι εγκατεστημένη και λειτουργεί. Στην πρόποια χρήση της περιλαμβάνεται και η ανίχνευση με αυτήν σε μεγάλες αποστάσεις, για την έγκαιρη προειδοποίηση ότι υπάρχει κίνδυνος συγκρούσεως και για την υποτύπωση ραντάρ ή ισοδύναμη συστηματική παρατήρηση των ανιχνευομένων αντικειμένων.
- (c) Assumptions shall not be made on the bases of scanty information, especially scanty radar information.
- (γ) Συμπεράσματα τα οποία βασίζονται σε ανεπαρκείς πληροφορίες, ιδιαίτερα δε σε πληροφορίες οι οποίες έχουν ληφθεί μέσω ραντάρ, πρέπει να αποφεύγονται.
- (d) In determining if risk collision exists the following considerations shall be among those taken into account:
- (δ) Για να εκτιμηθεί εάν υπάρχει κίνδυνος συγκρούσεως μεταξύ εκεινων τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι και τα εξής:
- (i) such risk shall be deemed to exist if the compass bearing of an approaching vessel does not appreciably change;
- (i) θα θεωρείται ότι υφίσταται κίνδυνος συγκρούσεως, εάν η αληθής διόπτευση ενός προσεγγίζοντος πλοίου δεν μεταβάλλεται αισθητά;
- (ii) such risk may sometimes exist even when an appreciable bearing change is evident, particularly when approaching a very large or a tow or when approaching a vessel at close range.
- (ii) δυνατόν κάποιες φορές να υφίσταται κίνδυνος συγκρούσεως ακόμα και όταν είναι φανερά αισθητή αλλαγή της διοπτύσεως. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα όταν προσεγγίζει πολύ μεγάλο πλοίο ή ρυμουλκούμενο αντικείμενο ή πλοίο σε μικρή απόσταση.

Στον κανόνα 7 (risk of collision) εξαιρετική έμφαση δίδεται στο θέμα της εκτιμήσεως του κινδύνου συγκρούσεως με ραντάρ.

Οι κανόνες 12, 14, 15 και 18 υποχρεώνουν το ένα πλοίο να προβεί σε χειρισμό ώστε να τηρηθεί μακράν του άλλου πλοίου όταν εξελίσσεται κατάσταση επικίνδυνης προσεγγίσεως μεταξύ των. Σε αυτήν την περίπτωση το άλλο πλοίο οφείλει να διατηρήσει την πορεία και ταχύτητά του. Το ερώτημα το οποίο τίθεται είναι από ποια απόσταση θεωρείται ότι εξελίσσεται κατάσταση επικίνδυνης προσεγγίσεως, η οποία υποχρεώνει και τα δύο πλοία να εφαρμόσουν τους παραπάνω κανόνες. Η απάντηση αφήνεται στην ορθή κρίση του καθενός, συνεκτιμώντας την γεωμετρία της εμπλοκής και την σχετική ταχύτητα προσεγγίσεως μεταξύ των πλοίων. Για πλοία μεγάλης ταχύτητας με πορείες αντιδιαμετρικές, η απόσταση των 6 nm ίσως να είναι μικρή. Για πλοία τα οποία κινούνται σε περιορισμένες περιοχές με μικρές ταχύτητες, υποχρεωμένα να αλλάζουν συνεχώς πορείες, αποστάσεις μικρότερες του μιλίου ίσως να είναι μεγάλες.

Για να διαπιστωθεί εάν εξελίσσεται κατάσταση επικίνδυνης προσεγγίσεως, σε περιοχές μεγάλης ναυτιλιακής κινήσεως, η χρησιμοποίηση του ραντάρ, ακόμη και υπό συνθήκες καθαρής ατμόσφαιρας, είναι επιβεβλημένη και ιδιαίτερος στα πλοία τα εξοπλισμένα με συσκευές ARPA, με τις οποίες είναι δυνατή όχι μόνο η άμεση διαπίστωση κινδύνου συγκρούσεως, αλλά και το αποτέλεσμα δοκιμαστικού χειρισμού αποφυγής πριν ο χειρισμός εκτελεστεί. Σε όλα τα 'διαθέσιμα κατάλληλα μέσα' συμπεριλαμβάνεται και το ραδιοηλέφωνο VHF για την κοινοποίηση προθέσεων και γενικότερη ανταλλαγή πληροφοριών με τα άλλα πλοία.

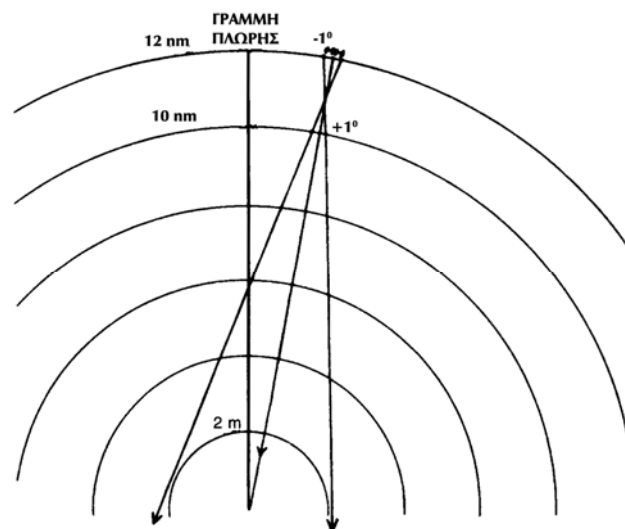
Στην παράγραφο 7(α) η διατύπωση 'ανάλογα με τις περιστάσεις και τις επικρατούσες συνθήκες' σημαίνει ότι δεν είναι σε κάθε περίπτωση απαραίτητη η χρήση του ραντάρ για την διαπίστωση κινδύνου συγκρούσεως, καθόσον το ραντάρ δεν είναι το μοναδικό βοήθημα. Η λήψη οπτικών διοπτύσεων είναι προτιμότερη από την λήψη διοπτύσεων ραντάρ όταν τα πλοία είναι εν όψει αλλήλων, αλλά η χρήση του ραντάρ επιτρέπει παράλληλα και την μέτρηση αποστάσεων. Ένα πλοίο το οποίο φυλάσσεται, χρησιμοποιεί το ραντάρ δια να διαπιστώσει εάν το άλλο πλοίο το οποίο φυλάσσει, προβαίνει σε αποτελεσματικό χειρισμό αποφυγής, ή για να διαπιστώσει εάν η προσέγγιση έχει εξελιχθεί σε τόσο εξαιρετικά επικίνδυνη, ώστε με μόνο τον χειρισμό του

άλλου πλοίου δεν είναι δυνατή η αποφυγή της συγκρούσεως. Σε περιπτώσεις προσπεράσεως άλλου πλοίου, με το ραντάρ, διαπιστώνεται εάν η απόσταση διελεύσεως είναι ασφαλής, λαμβανομένων υπόψη των υδροδυναμικών δυνάμεων, οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ πλοίων όταν πλέουν πλησίον αλλήλων και της συνεπαγόμενης αδυναμίας πηδαλιουχίσεως.

Η τελευταία πρόταση της υποπαραγράφου (α) η οποία αναφέρεται στους υπαρκτούς κινδύνους συγκρούσεως ακόμα και σε περιπτώσεις αμφιβολίας, είναι σημαντική.

Ορθή χρησιμοποίηση του ραντάρ προϋποθέτει ρυθμίσεις οι οποίες εξασφαλίζουν την μεγαλύτερη δυνατή απόδοση και αξιοπιστία. Η χρησιμοποίηση της πλέον κατάλληλης κλίμακας για τις επικρατούσες συνθήκες και η χρήση προσανατολισμού με σταθεροποίηση γυροπυξίδας (north up ή course up) για την λήψη απ' ευθείας αληθών διοπτύσεων, είναι εξαιρετικής σημασίας για την αποφυγή συγκρούσεων. Η παρουσίαση εικόνας αληθούς κινήσεως πρέπει να χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες είναι επιθυμητή η άμεση αναγνώριση χειρισμών των άλλων πλοίων. Σε ενδείκτη αληθούς κινήσεως, ως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 2, οι χειρισμοί των άλλων πλοίων καθίστανται όχι μόνο άμεσα αντιληπτοί, αλλά και θετικά αναγνωρίζονται οι προθέσεις των, ανεξαρτήτως από τους τυχόν χειρισμούς του πλοίου. Για τις παραπάνω διαπιστώσεις απαιτείται απλή παρατήρηση των απονέρων, αλλά συστηματική υποτύπωση στον ενδείκτη, παρέχει ασφαλέστερα συμπεράσματα.

Η παράγραφος 7(β), τονίζει την αναγκαιότητα της υποτυπώσεως ραντάρ ή της συστηματικής παρατηρήσεως των ανιχνευόμενων αντικειμένων με το ραντάρ. Η συστηματική παρατήρηση αναφέρεται στην χρήση των διαθέσιμων βοηθημάτων υποτυπώσεως ραντάρ. Σε περιοχές με μεγάλη ναυτιλιακή κίνηση, η συστηματική παρατήρηση όλων των στόχων πιθανώς δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί. Ωστόσο με την χρήση των διαθέσιμων βοηθημάτων υποτυπώσεως, είναι δυνατή η συγκέντρωση της προσοχής μόνο σε εκείνους τους στόχους με τους οποίους τείνει να εξελιχθεί κατάσταση επικίνδυνης προσεγγίσεως.



Σχήμα 5-1: Σφάλματα λόγω ανεπαρκών πληροφοριών ραντάρ

Η παράγραφος 7(γ) εστιάζει την προσοχή στις ανεπαρκείς πληροφορίες από το ραντάρ (scanty radar information). Η ανεπαρκής υποτύπωση ή υποτύπωση βασισμένη σε ανεπαρκείς παρατηρήσεις, ή, η μη εξαγωγή όλων των στοιχείων της αληθούς και της σχετικής κινήσεως, είναι μερικές από τις περιπτώσεις στις οποίες αναφέρεται αυτή η παράγραφος και πρέπει αυτές να αποφεύγονται. Σφάλματα στις μετρήσεις ραντάρ οι οποίες λαμβάνονται στα αρχικά στάδια της επικίνδυνης προσεγγίσεως ή ανακριβής υποτύπωση οδηγούν σε εσφαλμένες εκτιμήσεις. Για παράδειγμα, όταν ένας στόχος στην δεξιά μάσκα με πορεία συγκρούσεως, στα 12 nm υποτυπώνεται με σφάλμα  $-1^\circ$  στην διόπτυση και ληφθεί δεύτερη διόπτυση με σφάλμα  $+1^\circ$  όταν ο στόχος πλησιάσει στα 10 nm, δημιουργείται η εσφαλμένη εντύπωση ότι διέρχεται ασφαλώς με πορεία αντιδιαμετρική από την δεξιά πλευρά σε απόσταση μεγαλύτερη από 2 nm όπως στο σχήμα 5-1. Στο ίδιο παράδειγμα, όταν το σφάλμα στην πρώτη διόπτυση είναι  $+1^\circ$  και στην δεύτερη  $-1^\circ$ ,

τότε δημιουργείται η εσφαλμένη εντύπωση ότι ο στόχος διέρχεται ασφαλώς από την αριστερή πλευρά σε απόσταση μεγαλύτερη από 2 nm.

Το ανωτέρω παράδειγμα επισημαίνει τον κίνδυνο από την προσπάθεια εκτιμήσεως κινδύνου συγκρούσεως επί τη βάση μετρήσεων λαμβανομένων από μεγάλες σχετικά αποστάσεις. Σφάλματα 1<sup>ο</sup> στις μετρήσεις των διοπτύσεων δεν είναι ασυνήθιστα και δικαιολογούνται. Σφάλματα στις μετρήσεις αποστάσεων δυνατόν επίσης να υπάρχουν. Απαιτείται επομένως να λαμβάνονται αρκετές μετρήσεις για να διαπιστώνεται η συνεπής ή μη τροχιά του στόχου, ώστε να εκμηδενίζονται οι συνέπειες από αυτά τα τυχαία σφάλματα. Υπό συνθήκες καθαρής ατμόσφαιρας – ως έχει ήδη αναφερθεί – προτιμάται η λήψη οπτικών διοπτύσεων αντί διοπτύσεων ραντάρ. Ωστόσο να σημειωθεί ότι υπό συνθήκες μεγάλων κλυδωνισμών, τα σφάλματα των οπτικών διοπτύσεων αυξάνουν.

Η τελευταία παράγραφος 7(δ) αναφέρει τους τρόπους με τους οποίους δύναται κανείς να εκτιμήσει τον κίνδυνο συγκρούσεως δια συστηματικής παρατηρήσεως αληθών διοπτύσεων. Η μη αισθητή μεταβολή της αληθούς διοπτύσεως του στόχου, σημαίνει ότι υπάρχει κίνδυνος συγκρούσεως. Ο κανόνας δεν προσδιορίζει πόσο αισθητή πρέπει να είναι η μεταβολή διοπτύσεως ώστε να εξασφαλίζεται ασφαλής διέλευση κατά την προσέγγιση του άλλου πλοίου. Όταν και τα δύο πλοία δεν αλλάζουν πορεία ή και ταχύτητα, κατά την προσέγγιση, ο ρυθμός μεταβολής των διοπτύσεων πρέπει να αυξάνει σημαντικά για διέλευση σε ασφαλή απόσταση.

Ο πίνακας 5-2 παρουσιάζει την μεταβολή διοπτύσεως συναρτήσει της μεταβολής αποστάσεως για να επιτευχθεί δεδομένη απόσταση εγγυτέρας διελεύσεως (CPA). Για παράδειγμα, όταν ένας στόχος προσεγγίζει από τα 12 nm στα 11 nm, η διόπτυσή του μεταβάλλεται κατά 0,4<sup>ο</sup> για CPA = 1 nm. Στο ίδιο παράδειγμα, όταν προσεγγίζει από τα 3 nm στα 2 nm τότε η μεταβολή διοπτύσεως είναι 10,5<sup>ο</sup> για το ίδιο CPA και 60<sup>ο</sup> όταν προσεγγίζει από τα 2 nm στο 1 nm για το ίδιο CPA. Η συνολική μεταβολή διοπτύσεως από τα 12 nm στο 1 nm είναι: 60<sup>ο</sup> + 10,5<sup>ο</sup> + 5,0<sup>ο</sup> + 3,0<sup>ο</sup> + 1,9<sup>ο</sup> + 1,4<sup>ο</sup> + 1,0<sup>ο</sup> + 0,9<sup>ο</sup> + 0,7<sup>ο</sup> + 0,6<sup>ο</sup> + 0,4<sup>ο</sup> = 85,4<sup>ο</sup> για το ίδιο CPA.

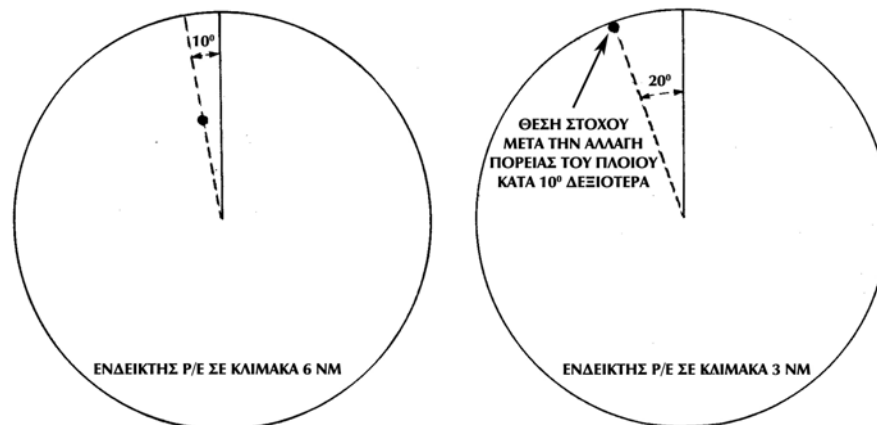
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔΙΟΠΤΥΣΕΩΣ σε (°) ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ για ΔΕΔΟΜΕΝΟ CPA																						
CPA (nm)	Απόσταση σε nm (στις σκιασμένες στήλες)																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
0,25		7,3		2,4		1,2		0,7		0,5		0,3		0,3		0,2		0,2		0,1		0,1
0,50		15,5		4,9		2,4		1,5		0,9		0,7		0,5		0,4		0,3		0,3		0,2
0,75		26,6		7,5		3,7		2,2		1,4		0,8		0,6		0,5		0,4		0,3		0,3
1,0		60,0		10,5		5,0		3,0		1,9		1,4		1,0		0,9		0,7		0,6		0,4
1,5		---		18,6		8,0		4,5		3,0		2,1		1,5		1,2		1,0		0,8		0,6
2,0		---		48,2		11,8		6,4		4,1		2,9		2,1		1,6		1,3		1,0		0,8
2,5		---		---		17,7		8,7		5,4		3,7		2,7		2,0		1,7		1,4		1,1
	Μεταβολή διοπτύσεως (στις μη σκιασμένες στήλες)																					

Πίνακας 5-2: Μεταβολή διοπτύσεως συναρτήσει μεταβολής αποστάσεως για δεδομένο CPA

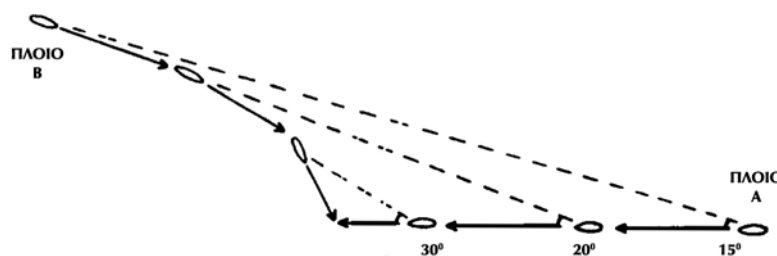
Οι διοπτύσεις πρέπει να είναι αληθείς και όχι σχετικές. Να μη λαμβάνονται από ενδείκτη χωρίς σταθεροποίηση με είσοδο σήματος από γυροπυξίδα (head up). Δεν είναι δυνατή η σύγκριση σχετικών διοπτύσεων λόγω παροιακίσεων ή λόγω αλλαγών πορείας. Συχνά ο άπειρος χειριστής υποπίπτει σε μεγάλη πλάνη θεωρώντας ότι με μια μικρή αλλαγή πορείας αποφεύγεται μία πιθανή σύγκρουση επειδή η σχετική διόπτυση αλλάζει, χωρίς να συνειδητοποιεί ότι αυτή η αλλαγή οφείλεται αποκλειστικά στην μικρή αλλαγή της πορείας του πλοίου. Το σχήμα 5-2 παρουσιάζει την μεταβολή της σχετικής διοπτύσεως η οποία είναι εμφανής στους ενδείκτες χωρίς σταθεροποίηση, ως αποτέλεσμα μικρής μεταβολής της πορείας του πλοίου. Η λανθασμένη εντύπωση η οποία δημιουργείται στην μεταβολή της διοπτύσεως του στόχου είναι περισσότερο έντονη όταν συγχρόνως επιλεγεί μικρότερη κλίμακα.

Η παράγραφος 7(δ) προειδοποιεί ότι υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες σημαντική μεταβολή διοπτύσεως δεν είναι αναγκαία και ικανή συνθήκη αποφυγής συγκρούσεως. Η κατάσταση περιπλέκεται

όταν κατά την προσέγγιση, υπό συνθήκες περιορισμένης ορατότητας, ο στόχος εκτελεί χειρισμό, ο οποίος οδηγεί σε επικίνδυνη προσέγγιση. Σε αυτήν την περίπτωση, η διόπτευση δυνατόν να μη παραμένει σταθερή αλλά να μεταβάλλεται σημαντικά. Το σχήμα 5-3 παρουσιάζει μία περίπτωση αντιδιαμετρικής προσεγγίσεως δύο πλοίων εκ των οποίων το μεν πλοίο Α παρατηρεί μεταβολή προς τα δεξιά στην διόπτευση και εκτιμά ότι το πλοίο Β διέρχεται σε ασφαλή απόσταση από την δεξιά του πλευρά. Το πλοίο Β όμως προβαίνει σε μικρές αλλαγές πορείας προς τα δεξιά για να διέλθει από την αριστερή πλευρά του πλοίου Α προσεγγίζοντάς το επικίνδυνα.



Σχήμα 5-2: Μεταβολή σχετικής διοπτύσεως στόχου ως αποτέλεσμα μικρής αλλαγής πορείας του πλοίου σε ενδείκτη χωρίς σταθεροποίηση.



Σχήμα 5-3: Κίνδυνοι συγκρούσεως εξ αιτίας χαμηλού ρυθμού μεταβολής διοπτύσεως προσεγγίζοντος πλοίου

#### 5.2.4 Χειρισμοί προς αποφυγή συγκρούσεως – κανόνας 8

Rule 8: Action to avoid collision

(a) Any action taken to avoid collision, shall be taken in accordance with the rules of this Part and, if the circumstances of the case admit, be positive, made in ample time and with due regard to the observance of good seamanship<sup>3</sup>.

(b) Any alteration of course and/or speed to avoid

Κανόνας 8: Χειρισμοί προς αποφυγή συγκρούσεως

(α) Οποιοσδήποτε χειρισμός ο οποίος αποσκοπεί στην αποφυγή συγκρούσεως πρέπει να λαμβάνεται σύμφωνα με τους κανόνες αυτού του Μέρους και, εφόσον οι συνθήκες της συγκεκριμένης περιπτώσεως το επιτρέπουν, να είναι σαφής και ολοφάνερος (έκδηλος), να γίνεται έγκαιρα και να είναι σύμφωνος προς όσα υπαγορεύουν οι κανόνες της καλής ναυτικής πρακτικής.

(β) Οποιαδήποτε μεταβολή πορείας ή και

<sup>3</sup> Η παράγραφος 8α τροποποιήθηκε με την προσθήκη Νοεμβρίου 2001

collision shall, if the circumstances of the case admit, be large enough to be readily apparent to another vessel observing visually or by radar; a succession of small alterations of course and/or speed should be avoided.

(c) If there is sufficient sea-room, alteration of course alone may be the most effective action to avoid a close-quarters situation provided that it is made in good time, is substantial and does not result in another close-quarters situation.

(d) Action taken to avoid collision with another vessel shall be such as to result in passing at a safe distance. The effectiveness of the action shall be carefully checked until the other vessel is finally past and clear.

(e) If necessary to avoid collision or allow more time to assess the situation, a vessel shall slacken her speed or take all way off by stopping or reversing her means of propulsion.

(f)

(i) A vessel which, by any of these rules, is required not to impede the passage or safe passage of another vessel shall, when required by the circumstances of the case, take early action to allow sufficient sea-room for the safe passage of the other vessel.

(ii) A vessel required not to impede the passage or safe passage of another vessel is not relieved of this obligation if approaching the other vessel so as to involve risk of collision and shall, when taking action, have full regard to the action which may be required by the rules of this part.

(iii) A vessel the passage of which is not to be impeded remains fully obliged to comply with the rules of this part when the two vessels are approaching one another so as to involve risk of collision.

ταχύτητας για την αποφυγή συγκρούσεως πρέπει, εφόσον οι συνθήκες της συγκεκριμένης περιστάσεως το επιτρέπουν, να είναι αρκετά μεγάλη ώστε να γίνεται αμέσως αντιληπτή από άλλο πλοίο, το οποίο παρατηρεί οπτικά ή μέσω ραντάρ. Μικρές διαδοχικές μεταβολές πορείας ή και ταχύτητας πρέπει να αποφεύγονται.

(γ) Εφόσον υπάρχει επαρκής θαλάσσιος χώρος, η μεταβολή και μόνο της πορείας δυνατόν να αποβεί η πιο αποτελεσματική ενέργεια για την αποφυγή προσεγγίσεως σε επικίνδυνη απόσταση. Αυτό προϋποθέτει ότι η ενέργεια πραγματοποιείται έγκαιρα, είναι ουσιαστική και δεν έχει ως αποτέλεσμα την επικίνδυνη προσέγγιση με άλλο πλοίο.

(δ) Ο εκτελούμενος χειρισμός για την αποφυγή συγκρούσεως με άλλο πλοίο, πρέπει να είναι τέτοιος, ώστε να καταλήγει σε διέλευση από αυτό σε ασφαλή απόσταση. Η αποτελεσματικότητα του χειρισμού πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά μέχρις ότου το άλλο πλοίο προσπεράσει (αντιπαρέλθει) οριστικά.

(ε) Όταν είναι απαραίτητο για την αποφυγή συγκρούσεως με άλλο πλοίο, ή όταν πρέπει να υπάρχει ευχέρεια χρόνου για την εκτίμηση της καταστάσεως, τότε το πλοίο πρέπει να ελαττώνει την ταχύτητά του ή να ακινητεί τελείως με κράτηση ή αναπόδιση των μέσων προώσεώς του.

(ζ)

(i) Κάθε πλοίο το οποίο είναι υποχρεωμένο από οποιονδήποτε από τους παρόντες κανόνες να μη παρεμποδίζει την διέλευση ή την ασφαλή διέλευση άλλου πλοίου, πρέπει να χειρίζεται έγκαιρα όταν απαιτείται από τις συνθήκες της περιπτώσεως, για να παρέχει επαρκή χώρο για την διέλευση του άλλου πλοίου.

(ii) Κάθε πλοίο το οποίο είναι υποχρεωμένο να μη παρεμποδίζει την διέλευση ή την ασφαλή διέλευση άλλου πλοίου δεν απαλλάσσεται από την υποχρέωση αυτή εάν προσεγγίζει το άλλο πλοίο κατά τρόπον ώστε να ενέχει κίνδυνο συγκρούσεως και θα έχει όταν χειρίζεται, πλήρη ευθύνη στον χειρισμό ο οποίος δυνατόν να απαιτείται από τους κανόνες αυτού του μέρους.

(iii) Κάθε πλοίο του οποίου η διέλευση δεν πρέπει να παρεμποδίζεται, είναι υποχρεωμένο να συμμορφώνεται με τους κανόνες αυτού του μέρους, όταν τα πλοία προσεγγίζουν το ένα το άλλο κατά τρόπον ώστε να ενέχεται κίνδυνος συγκρούσεως.

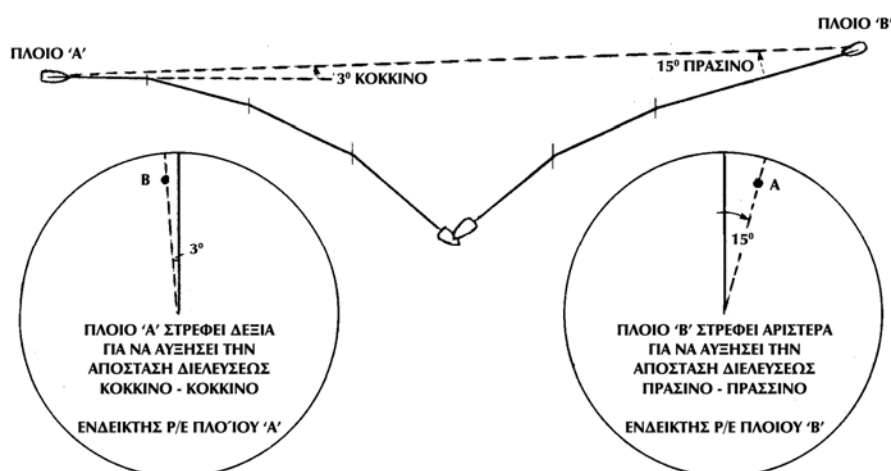
Ο κανόνας αυτός αναφέρεται στους χειρισμούς προς αποφυγή συγκρούσεως και αποτελεί την λογική ακολουθία των προηγούμενων, ήτοι του κανόνα 5 της επιτηρήσεως (look-out), του κανόνα 6 της ασφαλούς ταχύτητας (safe speed) και του κανόνα 7 των κινδύνων συγκρούσεως (risk of collision). Εφόσον διαπιστωθεί ότι πράγματι υπάρχει κίνδυνος συγκρούσεως, το ένα από τα δύο πλοία οφείλει να φυλάξει το έτερο, εκτελώντας χειρισμό αποφυγής ο οποίος εκπληρώνει τις προϋποθέσεις του κανόνα 8.

Στην παράγραφο 8(α), στο αγγλικό κείμενο η λέξη 'positive' έχει αποδοθεί με τις λέξεις 'σαφής και ολοφάνερος (έκδηλος)'. Ο χειρισμός αποφυγής με άλλα λόγια πρέπει να είναι αποτελεσματικός και τούτο σημαίνει ότι το άλλο πλοίο διέρχεται σε ασφαλή απόσταση (safe passing distance). Στην διατύπωση αυτής της υποπαραγράφου τονίζεται σαφώς ότι κάθε χειρισμός προς αποφυγή συγκρούσεως πρέπει να είναι σύμφωνος με τους κανόνες του παρόντος μέρους.

Στην παράγραφο 8(β) αναφέρεται ότι ο επιχειρούμενος χειρισμός αποφυγής, πρέπει να συνίσταται σε σημαντική αλλαγή πορείας ή και ταχύτητας, προκειμένου να καταστούν απόλυτα σαφείς οι προθέσεις του πλοίου, όχι απαραίτητα μόνο στο πλοίο για το οποίο εκτελείται ο χειρισμός, αλλά και σε όλα τα πλοία της περιοχής. Στο αγγλικό κείμενο η φράση 'another vessel' έχει αυτή την έννοια. Τούτο ισχύει υπό οποιεσδήποτε συνθήκες ορατότητας. Να σημειωθεί ότι γενικά η αλλαγή πορείας είναι περισσότερο αποτελεσματική από την αλλαγή ταχύτητας και καθίσταται περισσότερο ολοφάνερη.

Αποδεικνύεται ότι εάν το πλοίο μας εκτελέσει για παράδειγμα μία αλλαγή πορείας για αποφυγή συγκρούσεως ενός στόχου πλώραθεν του εγκαρσίου, περί τις  $30^\circ$ , τότε ο στόχος ο οποίος πλέει με την ίδια ταχύτητα, αντιλαμβάνεται αλλαγή στην σχετική κίνηση περίπου μόλις  $15^\circ$ . Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους ο κανόνας αυτός υποχρεώνει σε χειρισμούς με σημαντικές αλλαγές ιδιαίτερα σε περιπτώσεις χαμηλής ορατότητας. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι τυχόν λάθη στην υποτύπωση, οδηγούν σε εσφαλμένη εκτίμηση των κινήσεων του στόχου, ιδιαίτερα όταν η εικόνα ραντάρ δεν προσανατολίζεται με είσοδο σήματος από την γυροπυξίδα. Ο ναυτιλόμενος για παράδειγμα δυνατόν να καταλήξει στο συμπέρασμα ότι το άλλο πλοίο διέρχεται ασφαλώς από την αριστερή ή την δεξιά πλευρά, ενώ στην πραγματικότητα, εάν διατηρήσει τα αυτά στοιχεία κινήσεως, θα προσεγγίσει επικίνδυνα. Εάν σε αυτήν την περίπτωση, το πλοίο εκτελέσει μικρό χειρισμό αλλαγής πορείας, τότε η κατάσταση δυνατόν να εξελιχθεί σε περισσότερο επικίνδυνη, διότι η εγγύτερα απόσταση διελεύσεως μειώνεται. Εάν στην συνέχεια το πλοίο επιχειρήσει ένα δεύτερο μικρό χειρισμό αλλαγής πορείας ή και τρίτο, τότε αυτό δυνατόν να οδηγήσει απευθείας σε σύγκρουση. Αυτή η κακή τακτική των βηματιστικών αλλαγών, έχει οδηγήσει σε πλείστες περιπτώσεις συγκρούσεων σε περιορισμένη ορατότητα.

Το σχήμα 5-4 παρουσιάζει μία τυπική περίπτωση βηματιστικών αλλαγών (cumulative turns) η οποία οδηγεί σε σύγκρουση. Το πλοίο Α παρατηρεί στον ενδείκτη ραντάρ το πλοίο Β σε σχετική διόπτευση  $3^\circ$  κόκκινο και στρέφει βηματιστικά προς τα δεξιά με μικρές αλλαγές πορείας για να διέλθει – όπως εκτιμά – σε μεγαλύτερη απόσταση από την αριστερή πλευρά του πλοίου Β. Το πλοίο Β, παρατηρεί στον ενδείκτη ραντάρ το πλοίο Α σε σχετική διόπτευση  $15^\circ$  πράσινο και στρέφει βηματιστικά προς τα αριστερά με μικρές αλλαγές πορείας για να διέλθει – όπως εκτιμά – σε μεγαλύτερη απόσταση από δεξιά πλευρά του πλοίου Α.



Σχήμα 5-4: Βηματιστικές αλλαγές πορείας (cumulative turns)

Η διόπτευση του άλλου πλοίου δυνατόν να αλλάζει κατά την προσέγγιση αλλά αυτό δεν εξασφαλίζει πάντοτε ασφαλή διέλευση σύμφωνα με το πνεύμα της υποπαραγράφου (δ)ii του κανόνα 7. Όλα αυτά έδωσαν αφορμή στην διατύπωση της παραγράφου 8(β) ενάντια στις μικρές αλλαγές πορείας ή και ταχύτητας.

Ο διαθέσιμος θαλάσσιος χώρος για τον οποίο γίνεται λόγος στην παράγραφο 8(γ), δυνατόν να περιορίζεται από ναυτιλιακούς κινδύνους ή και από μεγάλη ναυτιλιακή κίνηση. Σε αυτές τις περιπτώσεις σημαντικές αλλαγές πορείας δυνατόν να είναι ανέφικτες και ίσως καταστήσουν περισσότερο επικίνδυνη την προσέγγιση, για πλοία τα οποία πριν από την αλλαγή, δεν πλησίαζαν επικίνδυνα. Για αποφυγή συγκρούσεων τότε, είναι αναγκαία μία σημαντική αλλαγή στην ταχύτητα, όπως ορίζει η παράγραφος (ε).

Στην παράγραφο 8(δ) αναφέρεται ότι ο εκτελούμενος χειρισμός για την αποφυγή συγκρούσεως με άλλο πλοίο, πρέπει να καταλήγει σε ασφαλή διέλευση από αυτό, με την προϋπόθεση ότι ο χειρισμός είναι σύμφωνος με τους κανόνες του παρόντος μέρους, όπως ορίζει η παράγραφος 8α. Η παράγραφος αυτή τροποποιήθηκε με την τελευταία προσθήκη τεθείσα σε ισχύ την 29 Νοεμβρίου 2003. Η τροποποίηση αυτή υπαγορεύτηκε από το γεγονός ότι σε πολλές περιπτώσεις συγκρούσεων πλοίων εφαρμόζονταν ο κανόνας 8δ αγνοώντας τους υπόλοιπους κανόνες. Για παράδειγμα, η στροφή αριστερά του πλοίου Β στο παράδειγμα του σχήματος 5-4 προβάλλεται ως ισχυρισμός για διέλευση πράσινο με πράσινο σε ασφαλή απόσταση διελεύσεως όπως ορίζει ο κανόνας 8δ, αλλά σύμφωνα με τον κανόνα 19δ(i) ο οποίος εξετάζεται στην συνέχεια, πρέπει να αποφεύγεται σε περιορισμένη ορατότητα για το συγκεκριμένο σενάριο εμπλοκής των δύο πλοίων.

Σε περιορισμένη ορατότητα, μετά από μία αλλαγή πορείας ή και ταχύτητας, η υποτύπωση των στόχων πρέπει να εκτελείται σε συχνότερα διαστήματα για να διαπιστωθεί εάν ακολουθούν το προβλεπόμενο ίχνος και με τον προβλεπόμενο ρυθμό μετά την αλλαγή. Εάν ένας στόχος παρεκκλίνει από το προβλεπόμενο ίχνος του αυξάνοντας την απόσταση, τότε εκτελεί χειρισμό ο οποίος συμβάλλει σε μεγαλύτερη απόσταση ασφαλούς διελεύσεως. Αντίθετα εάν παρεκκλίνει μειώνοντας την απόσταση, τότε εκτελεί χειρισμό ο οποίος εξουδετερώνει μερικώς ή πλήρως το αποτέλεσμα του χειρισμού του πλοίου. Στις περισσότερες των περιπτώσεων εάν αυτό συμβαίνει, συνιστάται μείωση ταχύτητας στην ελάχιστη πηδαλιουχίσιμη ή μεταβολή της πορείας κατά τέτοιο τρόπο ώστε το άλλο πλοίο να ευρευθεί προς το ισχύον ή προς την πρύμνη.

Ο κανόνας 8 αναφέρεται στις έννοιες 'close-quarters situation' (έχει αποδοθεί 'προσέγγιση σε επικίνδυνη απόσταση') και 'safe passing distance' (έχει αποδοθεί 'ασφαλής απόσταση διελεύσεως'). Δεν προσδιορίζεται ποια απόσταση διελεύσεως θεωρείται επικίνδυνη, ούτε ποια απόσταση διελεύσεως θεωρείται ασφαλής. Ο προσδιορισμός των αποστάσεων αυτών αφήνεται στην κρίση του υπευθύνου Αξιωματικού Φυλακής. Είναι φανερό ότι η επικίνδυνη και η ασφαλής απόσταση διελεύσεως, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως καιρικές συνθήκες, κατάσταση ορατότητας, τύπος πλοίου, δυνατότητα χειρισμών, διακρίβωση ραντάρ κλπ. Επίσης όταν αποφάινεται κανείς για το ποια είναι και ποια δεν είναι η ασφαλής απόσταση διελεύσεως, πρέπει να λάβει υπόψη την γεωμετρία της εμπλοκής δύο πλοίων, δηλαδή τις διευθύνσεις προσεγγίσεως. Για παράδειγμα φαίνεται λογική μία απόσταση διελεύσεως ασφαλείας πέντε (5) σταδίων κατά την προσπέραση ενός πλοίου, αλλά ή ίδια απόσταση είναι ανασφαλής κατά την διέλευση από την πλώρη του άλλου πλοίου. Με άλλα λόγια, η σχετική ταχύτητα και η διεύθυνση προσεγγίσεως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, μαζί με τους άλλους παράγοντες για την σωστή κρίση περί επικινδύνου ή μη προσεγγίσεως.

Σε πυκνή ομίχλη, όταν υπάρχει επαρκής θαλάσσιος χώρος, η ελάχιστη απόσταση ασφαλούς διελεύσεως πρέπει να θεωρείται περί τα τρία (3) nm για αντιστάθμιση σφαλμάτων υποτυπώσεως, απρόβλεπτους χειρισμούς στόχων και προ πάντων για παραμονή εκτός της ακουστικής εμβέλειας των ηχητικών σημάτων του άλλου πλοίου. Τα ηχητικά σήματα άλλου πλοίου εν ομίχλη υποχρεώνουν σε εφαρμογή του κανόνα 19(ε) για τον οποίο γίνεται λόγος στην συνέχεια.

Η παράγραφος 8(ζ) αφορά μία υιοθετηθείσα το 1987 τροποποίηση των COLREGS 72 και δίδει μία σαφή ερμηνεία του όρου 'not to impede' (μη παρεμπόδιση) για κάθε κατάσταση ορατότητας. Η υποχρέωση του πλοίου το οποίο δεν πρέπει να παρεμποδίσει την διέλευση άλλου πλοίου συνοψίζεται στον έγκαιρο χειρισμό για ασφαλή απόσταση διελεύσεως και στην πλήρη ευθύνη για το χειρισμό αυτόν. Αλλά και το πλοίο το οποίο δεν πρέπει να παρεμποδιστεί, είναι υποχρεωμένο να συμμορφώνεται με τους Κανόνες Χειρισμού και Πλεύσεως του μέρους Β, όταν και τα δύο πλοία προσεγγίζουν επικίνδυνα.



### 5.2.5 Διαγωγή πλοίων υπό περιορισμένη ορατότητα - κανόνας 19

Ο κανόνας 19, αφορά την συμπεριφορά πλοίων σε περιορισμένη ορατότητα και αναφέρεται άμεσα στην χρήση ραντάρ. Διαφέρει ουσιωδώς από τον αντίστοιχο κανόνα των COLREGS 60.

*Rule 19: Conduct of vessels in restricted visibility*

*(a) This Rule applies to vessels not in sight of one another when navigating in or near an area of restricted visibility.*

*(b) Every vessel shall proceed at a safe speed adapted to the prevailing circumstances and condition of restricted visibility. A power-driven vessel shall have her engines ready for immediate maneuver.*

*(c) Every vessel shall have due regard to the prevailing circumstances and conditions of restricted visibility when complying with the rules of section I of this part.*

*(d) A vessel which detects by radar alone the presence of another vessel shall determine if a close-quarters situation is developing and/or risk of collision exists. If so, she shall take avoiding action in ample time, provided that when such action consists of an alteration of course, so far as possible the following shall be avoided:*

*(i) an alteration of course to port for a vessel forward of the beam, other than for a vessel being overtaken;*

*(ii) an alteration of course towards a vessel abeam or abaft the beam.*

*(e) Except where it has been determined that a risk of collision does not exist, every vessel which hears apparently forward of her beam the fog signal of another vessel, or which cannot avoid a close-quarters situation with another vessel forward of her beam, shall reduce her speed to the minimum at which she can be kept on her course. She shall if necessary take all her way off and in any event navigate with extreme caution until danger of collision is over.*

Κανόνας 19: Διαγωγή πλοίων σε περιορισμένη ορατότητα

(α) Ο παρών κανόνας εφαρμόζεται σε πλοία τα οποία δεν ευρίσκονται εν όψει αλλήλων, όταν ναυσιπλοούν μέσα ή κοντά σε περιοχί περιορισμένης ορατότητας.

(β) Κάθε πλοίο πρέπει να πλέει με ασφαλή ταχύτητα προσαρμοσμένη στις επικρατούσες συνθήκες και καταστάσεις της περιορισμένης ορατότητας. Το μηχανοκίνητο πλοίο οφείλει να έχει τις μηχανές του σε ετοιμότητα για άμεσο χειρισμό.

(γ) Κάθε πλοίο οφείλει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη του τις επικρατούσες συνθήκες και καταστάσεις της περιορισμένης ορατότητας όταν συμμορφώνεται με τους κανόνες του τμήματος I του παρόντος μέρους.

(δ) Πλοίο το οποίο εντοπίζει με το ραντάρ την παρουσία άλλου πλοίου, οφείλει να προσδιορίσει κατά πόσον υφίσταται περίπτωση επικίνδυνης προσεγγίσεως ή και κατά πόσον υπάρχει κίνδυνος συγκρούσεως. Εάν πράγματι συντρέχει τέτοια περίπτωση, πρέπει να χειρίσει προς αποφυγή συγκρούσεως αρκετά έγκαιρα, με την προϋπόθεση ότι, εφόσον ο χειρισμός αυτός αποσκοπεί στη μεταβολή της πορείας, πρέπει κατά το δυνατό να αποφεύγονται τα ακόλουθα:

(i) μεταβολή πορείας προς τα αριστερά για πλοίο το οποίο ευρίσκεται πλώρα από το εγκάρσιό του, εκτός και εάν πρόκειται για καταφθάνόμενο πλοίο;

(ii) μεταβολή πορείας προς την κατεύθυνση του άλλου πλοίου εφόσον αυτό ευρίσκεται στο εγκάρσιο ή πρύμα από το εγκάρσιο.

(ε) Εκτός από τις περιπτώσεις, κατά τις οποίες έχει εκτιμηθεί ότι δεν υπάρχει κίνδυνος συγκρούσεως, κάθε πλοίο, το οποίο ακούει από φαινόμενη διεύθυνση προς πλώρα του εγκάρσιου του σήμα ομίχλης άλλου πλοίου ή το οποίο δεν δύναται να αποφύγει επικίνδυνη προσέγγιση με άλλο πλοίο ευρισκόμενο πλώρα από το εγκάρσιό του, οφείλει να μειώσει την ταχύτητά του στην ελάχιστη πηδαιλουχίσιμη. Εάν είναι αναγκαίο οφείλει να ακινητεί και σε κάθε περίπτωση να ναυσιπλοεί με εξαιρετική προσοχή, μέχρις ότου παρέλθει ο κίνδυνος συγκρούσεως.

Ο κανόνας δεν αφορά μόνο πλοία τα οποία πλέουν σε περιοχή περιορισμένης ορατότητας αλλά και εκείνα τα οποία ευρίσκονται εγγύς μίας τέτοιας περιοχής (in or near an area of restricted visibility). Σε κάθε περίπτωση είναι υποχρεωτική η εφαρμογή του κανόνα 35 περί ηχητικών σημάτων εν ομίχλη.

Ο κανόνας αυτός έχει εφαρμογή για πλοία τα οποία δεν είναι εν όψει αλλήλων, σύμφωνα με την παράγραφο 19(α). Αμέσως μόλις τα πλοία καταστούν ορατά εν όψει αλλήλων οφείλουν να εφαρμόσουν τους κανόνες του τμήματος II του μέρους B οι οποίοι εφαρμόζονται ανεξαρτήτως χαμηλής ορατότητας ή μη. Ιδιαίτερως πλοία τα οποία δεν ευρίσκονται εν όψει αλλήλων δεν πρέπει να εκπέμπουν σήματα χειρισμών προβλεπόμενα από τον κανόνα 34α.

Η παράγραφος 19(β) τονίζει ότι για την εκτίμηση της ασφαλούς ταχύτητας πλεύσεως πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η περιορισμένη ορατότητα. Επίσης αναφέρεται στην άμεση ετοιμότητα των μηχανών για χειρισμούς εάν απαιτηθεί.

Η παράγραφος 19(γ) επισημαίνει την αναγκαιότητα να λαμβάνονται υπόψη οι επικρατούσες συνθήκες και οι καταστάσεις περιορισμένης ορατότητας κατά την συμμόρφωση με τους κανόνες του τμήματος I του B μέρους, οι οποίοι αναφέρονται στις υποχρεώσεις των πλοίων σε οποιαδήποτε κατάσταση ορατότητας, ήτοι επαρκής επιτήρηση (lookout – κανόνας 5), ασφαλής ταχύτητα (safe speed – κανόνας 6), κίνδυνοι συγκρούσεως (risk of collision – κανόνας 7) και χειρισμοί προς αποφυγή συγκρούσεως (action to avoid collision – κανόνας 8). Επί πλέον οι κανόνες 9 και 10 του τμήματος I του B μέρους, οι οποίοι αναφέρονται στις υποχρεώσεις κατά την ναυσιπλοΐα σε στενούς διαύλους (narrow channels) και ζώνες διαχωρισμού θαλάσσιων κυκλοφοριών (traffic separation schemes), ισχύουν ανεξαρτήτως καταστάσεως ορατότητας.

Η παράγραφος 19(δ) αναφέρεται σε πλοία στα οποία λειτουργεί κανονικά το ραντάρ και τα υποχρεώνει να το χρησιμοποιήσουν για να διερευνήσουν τυχόν κατάσταση επικίνδυνης προσεγγίσεως με άλλα πλοία, για να εκτιμήσουν την ύπαρξη κινδύνου συγκρούσεως και για να εκτελέσουν κατάλληλο χειρισμό προς αποφυγή. Οριοθετούνται επίσης περιορισμοί σε ορισμένους χειρισμούς όπως:

- (i) Όχι αλλαγή πορείας προς τα αριστερά όταν το άλλο πλοίο ευρίσκεται πρώρα από το εγκάρσιο (δεν έχει εφαρμογή όταν το ένα από τα δύο πλοία προσπερνά);
- (ii) Όχι αλλαγή πορείας προς την κατεύθυνση του άλλου πλοίου το οποίο ευρίσκεται στο εγκάρσιο ή πρύμα από το εγκάρσιο.

Όταν το άλλο πλοίο ευρίσκεται πλώρα από το εγκάρσιο και η διόπτυσή του αυξάνεται με αργό ρυθμό προς τα δεξιά στα αρχικά στάδια, ορισμένοι δείχνουν απροθυμία σε στροφή δεξιά και επιμένουν λανθασμένα σε στροφή αριστερά, ιδιαίτερα όταν ο ρυθμός μειώσεως της αποστάσεως είναι ταχύς. Για παράδειγμα, αυτό συμβαίνει όταν το άλλο πλοίο διασταυρώνει την πορεία, ώστε να περάσει από την πλώρη εξ αριστερών προς τα δεξιά. Όταν εξελίσσεται μια τέτοια κατάσταση επικίνδυνης προσεγγίσεως, συνιστάται ελάττωση ταχύτητας και τήρηση της αυτής πορείας. Αυτός είναι ένας ορθός χειρισμός και ίσως είναι μια από τις περιπτώσεως κατά τις οποίες η μείωση ταχύτητας είναι προτιμότερη από την αλλαγή πορείας.

Μία άλλη δύσκολη περίπτωση είναι όταν το άλλο πλοίο ευρίσκεται λίγο δεξιότερα από την πλώρη και από την υποτύπωση στο ραντάρ, φαίνεται να διέρχεται πολύ πλησίον της δεξιάς πλευράς. Και πάλι ορισμένοι δείχνουν απροθυμία σε στροφή δεξιά, ιδιαίτερα όταν ο ρυθμός μειώσεως της αποστάσεως είναι ταχύς. Στο ίδιο σενάριο, το άλλο πλοίο, παρατηρώντας το πλοίο μας επίσης λίγο δεξιότερα από την πλώρη του και από την υποτύπωση να διέρχεται πολύ πλησίον από την δεξιά του πλευρά, διστάζει να στρέψει δεξιά. Σε αυτή την περίπτωση η κράτηση των μηχανών δεν αποτελεί ενδεχόμενη λύση, διότι πιθανώς το πλοίο να ευρεθεί επί του ίχνους του άλλου πλοίου. Κράτηση μηχανών δικαιολογείται μόνο σε περιορισμένα ύδατα ή όταν άλλα πλοία διασταυρώνουν την πορεία τους με την πορεία του πλοίου και από τις δύο πλευρές. Εάν υπάρχει επαρκής θαλάσσιος χώρος, ο μόνος αποτελεσματικός χειρισμός είναι μεγάλη στροφή δεξιά μέχρις ότου το άλλο πλοίο να ευρεθεί στο εγκάρσιο ή καλύτερα σε πρυμναίο τομέα το ταχύτερο δυνατό. Μετά από αυτόν τον χειρισμό, η υποτύπωση του στόχου εξακολουθεί. Εάν το άλλο πλοίο δεν εκτελέσει χειρισμό ή κρατήσει ή εκτελέσει χειρισμό με θετικό αποτέλεσμα, ο κίνδυνος αντιπαρέχεται. Όμως εάν το άλλο πλοίο, παραβιάζοντας τον κανόνα 19, εκτελέσει χειρισμό ο οποίος αναιρεί τον χειρισμό του πλοίου, η κατάσταση εξελίσσεται σε επικίνδυνη, αλλά όχι τόσο όσο αρχικά ήταν. Το πλοίο δύναται να συνεχίσει την στροφή ώστε να φέρει το άλλο πλοίο στην πρύμη συμμορφούμενο με τον δεύτερο περιορισμό της παραγράφου 19(δ).

Για πλοία με μεγαλύτερες ταχύτητες τα οποία πλησιάζουν από πρυμναίους τομείς με πορεία συγκρούσεως, ο πλέον αποτελεσματικός χειρισμός είναι η αλλαγή πορείας έτσι ώστε η πρύμη να είναι εστραμμένη συνεχώς προς το άλλο πλοίο. Ο κανόνας 5 επιβάλλει την εξάσκηση οπτικής και ακουστικής επιτηρήσεως και σε αυτήν την περίπτωση εξασφαλίζεται με οπτήρα στην πρύμη.

Να σημειωθεί ότι η παράγραφος 19(δ) αναφέρει ότι 'πρέπει να χειρίσει προς αποφυγή συγκρούσεως' (shall take avoiding action) ενώ στους COLREGS 60 η διατύπωση ήταν 'may take avoiding action'.

Η παράγραφος 19(ε) του ιδίου κανόνα είναι εφαρμόσιμη σε κάθε τύπου πλοίο και όχι μόνο στα μηχανοκίνητα πλοία. Αναφέρεται σε εντοπισμό άλλου πλοίου πρώρα από το εγκάρσιο είτε από τα ηχητικά του σήματα είτε από το ραντάρ. Η φράση 'έχει εκτιμηθεί ότι δεν υπάρχει κίνδυνος συγκρούσεως' αναφέρεται σε μερικές από τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- α. Πλοίο πρώρα από το εγκάρσιο, σε μικρή απόσταση, το οποίο εξαφανίζεται μέσα στην ομίχλη, αλλά έχει οπτικά εκτιμηθεί ότι δεν υφίσταται κίνδυνος συγκρούσεως.
- β. Πλοίο πρώρα από το εγκάρσιο, ομοπλέει με το πλοίο μας σε στενό κανάλι ή σε ζώνη διαχωρισμού θαλάσσιας κυκλοφορίας.
- γ. Οι προθέσεις και των δύο πλοίων έχουν διευκρινιστεί πλήρως με ραδιοηλεκτρονική επικοινωνία.

### 5.2.6 Ευθύνη – κανόνας 2

Εκτός από τους παραπάνω κανόνες οι οποίοι αναφέρονται άμεσα ή έμμεσα στην χρήση ραντάρ, πρέπει να μνημονευτεί και ο κανόνας 2 ο οποίος αφορά την ευθύνη.

#### Rule 2: Responsibility

(a). Nothing in these Rules shall exonerate any vessel, or the owner, master or crew thereof, from the consequences of any neglect to comply with these Rules or the neglect of any precaution which may be required by the ordinary practice of seamen, or by the special circumstances of the case.

(b). In construing and complying with these Rules due regard shall be had to all dangers of navigation and collision and to any special circumstances, including the limitations of the vessels involved which may make a departure from these Rules necessary to avoid immediate danger.

#### Κανόνας 2: Ευθύνη

(α). Καμία διάταξη των παρόντων κανόνων δεν απαλλάσσει το οποιοδήποτε πλοίο ή τον πλοιοκτήτη ή τον Πλοίαρχο ή το πλήρωμά του από τις συνέπειες οποιασδήποτε αμέλειας ως προς την συμμόρφωση προς τους παρόντες κανόνες ή αμέλειας ως προς την λήψη οποιωνδήποτε προληπτικών μέτρων τα οποία υπαγορεύονται από την κοινή ναυτική εμπειρία ή από τις ειδικές συνθήκες της συγκεκριμένης περιστάσεως.

(β). Κατά την εφαρμογή και την συμμόρφωση προς τους παρόντες κανόνες, πρέπει να δίνεται η δέουσα προσοχή σε όλους τους κινδύνους της ναυσιπλοΐας και των συγκρούσεων, καθώς σε οποιαδήποτε ειδικές περιστάσεις, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και οι περιορισμοί των εμπλεκόμενων πλοίων, εξ αιτίας των οποίων θα κρίνονταν αναγκαία η εκτροπή από τους παρόντες κανόνες, προκειμένου να αποφευχθεί ο άμεσος κίνδυνος.

Η παράγραφος 2(α) κάνει αναφορά στην κοινή ναυτική εμπειρία (ordinary practice of seamen) ως συμπλήρωμα των COLREGS. Παρέκκλιση από τους COLREGS δυνατόν να απαιτείται λόγω κινδύνων ναυσιπλοΐας ή συγκρούσεως. Για παράδειγμα ένα μηχανοκίνητο πλοίο υποχρεωμένο να εκτελέσει χειρισμό αλλαγής πορείας για να αποφύγει σύγκρουση, αδυνατεί λόγω αβαθών στην περιοχή ή λόγω προσπεράσεως τρίτου πλοίου από την πλευρά προς την οποία πρέπει να αλλάξει την πορεία του. Η παρέκκλιση επιτρέπεται όταν αποδεδειγμένα υπάρχει άμεσος κίνδυνος.

### 5.3 Αναφορές μέσω ραδιοηλεκτρονίας

Η χρήση της ραδιοηλεκτρονίας είναι εξαιρετικά πολύτιμη σε περιορισμένη ορατότητα, αλλά επίσης και σε καθαρή ατμόσφαιρα. Η επικοινωνία με την χρήση ραδιοηλεκτρονικού VHF για σκοπούς αποφυγής συγκρούσεως προσφέρει τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο για να καταστήσει κανείς γνωστές τις προθέσεις του στα άλλα παραπλέοντα πλοία και να έλθει σε συμφωνία για την τακτική αποφυγής συγκρούσεως την οποία θα εφαρμόσει, έτσι ώστε οι επακόλουθοι χειρισμοί να είναι ασφαλείς. Η ραδιοηλεκτρονία χρησιμεύει επίσης για την εκπομπή γενικών πληροφοριών και αναφορών σε παραπλέοντα πλοία υπό περιορισμένη ορατότητα. Τέτοιες αναφορές, όχι απαραίτητα για λόγους αποφυγής συγκρούσεως, πρέπει να

περιλαμβάνουν την θέση, την πορεία, την ταχύτητα, τους προτιθέμενους χειρισμούς και τον χρόνο. Οι πληροφορίες οι οποίες ανταλλάσσονται, πρέπει να συσχετίζονται με τις διαθέσιμες πληροφορίες από το ραντάρ.

Η χρήση ραδιοτηλεφώνου δεν υπαγορεύεται άμεσα από τους COLREGS, αλλά έμμεσα με την διατύπωση 'by all available means' (με όλα τα διαθέσιμα μέσα). Ευρύτατα η ραδιοτηλεφωνία χρησιμοποιείται σε περιοχές περιορισμένων υδάτων. Στο ανοικτό πέλαγος η χρήση είναι περιορισμένη αν και συνιστάται ενθέρμως η χρήση της για αποφυγή συγκρούσεως. Ένας από τους λόγους απροθυμίας η οποία εκδηλώνεται στην επικοινωνία με ραδιοτηλέφωνο είναι η δυσκολία στην γλώσσα. Πάντως δύναται κανείς να δοκιμάσει και εάν συναντήσει πρόβλημα επικοινωνίας, να διακόψει και να αναλάβει ενέργειες υπαγορευόμενες από τους COLREGS. Η Αγγλική γλώσσα είναι καθιερωμένη στην ναυτιλιακή κοινότητα και η χρήση του φωνητικού αλφαβήτου είναι επιβεβλημένη για όλα τα πλοία.

Ένα ραδιοτηλεφωνικό μήνυμα πρέπει να είναι απλό, συνοπτικό, κατανοητό και να έχει μία λογική ακολουθία. Πρέπει να είναι σύντομο και σαφές ώστε να εκπέμπεται σε σύντομο χρόνο. Η αρχική κλήση πραγματοποιείται στο κανάλι πρώτης επαφής και κινδύνου 16 και στην συνέχεια τα πλοία συμφωνούν να μεταπέσουν σε άλλη συχνότητα. Για πληροφορίες σχέση έχουσες με την αποφυγή συγκρούσεως χρησιμοποιείται διεθνώς το κανάλι 13. Τα τρία βασικά στοιχεία της διαδικασίας είναι:

- α. Αναγνώριση
- β. Διατύπωση προθέσεων
- γ. Αποδέσμευση

Αρχικά ο καλών αναφέρει το όνομα του πλοίου του ή και το διακριτικό κλήσεως, τον τύπο του πλοίου, την θέση του πλοίου είτε με γεωγραφικό μήκος / πλάτος είτε με διόπτευση / απόσταση από γεωγραφικό σημείο, πορεία και ταχύτητα. Ακολούθως εκτελείται κλήση προς το άλλο πλοίο, προσδιορίζοντας την θέση του με τον ίδιο τρόπο ή και με διόπτευση και απόσταση του πλοίου από το ραντάρ. Ζητείται το όνομά του ή και το διακριτικό κλήσεως. Τα πλοία στην περιοχή τα οποία ακροώνται, δύναται να θέσουν την αντίθετη διόπτευση και απόσταση στους κάρσορες στα ραντάρ, ώστε να διαπιστώσουν εάν τους αφορά η κλήση και να αναγνωρίσουν το καλούν πλοίο. Το πλοίο το οποίο αφορά η κλήση, απαντά με το όνομά του ή το διακριτικό του, πορεία και ταχύτητα.

Στην δεύτερη φάση, το πλοίο το οποίο αρχικά κάλεσε, επαναλαμβάνει την πορεία του και την ταχύτητά του και καθιστά γνωστές τις προθέσεις του, ζητώντας από το άλλο πλοίο να συμφωνήσει. Το άλλο πλοίο προσπαθεί να συμμορφωθεί εκτός και εάν προβάλλει σοβαρούς λόγους περί του αντιθέτου. Το πλοίο το οποίο ζητά την συναίνεση από το άλλο πλοίο, πρέπει να έχει εκτιμήσει επαρκώς και προσεκτικά την κατάσταση αναφορικά με τους ναυτιλιακούς κινδύνους και τα άλλα πλοία στην περιοχή. Επίσης οι προτάσεις του, πρέπει να υπαγορεύονται από την καλή ναυτική πρακτική και τους COLREGS.

Στην τρίτη φάση τα δύο πλοία δηλώνουν ότι περατώθηκαν οι χειρισμοί εκατέρωθεν και ότι ανακάμπουν στην πρότερη πορεία τους ή και ταχύτητα. Για να καταστεί η επικοινωνία συντομότερη, το πλοίο το οποίο καλεί αρχικά, δύναται να προτείνει ή να γνωστοποιήσει τις προθέσεις του κατά την φάση της αναγνωρίσεως, αλλά αυτό εξαρτάται από τον διαθέσιμο χρόνο.

Ακολουθεί στην συνέχεια παράδειγμα μίας τυπικής διαδικασίας επικοινωνίας:

(Στο κανάλι 16)

ΚΛΗΣΗ από M/V ANTONIS

SECURITY, SECURITY, SECURITY. For collision avoidance. This is motor vessel ANTONIS, spelled Alpha, November, Tango, Oscar, November, India, Sierra, medium tanker loaded. Position 124 degrees, 9,1 miles from cape ZOURVA, course 010, speed 13 knots, time 1315. Echo on radar, bearing 030, range 8,2 miles. What is your name or call-sign, course and speed?. Over on Channel 13.

(Στο κανάλι 13)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ από M/V STAR

ANTONIS, ANTONIS, ANTONIS, this is motor vessel STAR, spelled Sierra, Tango, Alpha, Romeo, general cargo, loaded. I confirm your bearing 030, range 8,2 miles. My course is 265, speed 15 knots, time 1317. Over on Channel 13.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ από M/V ANTONIS

STAR, STAR, STAR this is M/V ANTONIS. Course 010, speed 13 knots. I am altering course to 060. Maintain your course and speed. Do you concur? Time 1318. Over on Channel 13.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ από M/V STAR

ANTONIS, ANTONIS, ANTONIS, this is M/V STAR. Concur with your proposal. Will maintain my course and speed. Time 1319. Over on channel 13.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ από M/V ANTONIS

STAR, STAR, STAR this is M/V ANTONIS. I will resume my course 010 time 1324. Thank you for your co-operation. Back on Channel 16.

(Στο κανάλι 16)

ANTONIS, ANTONIS, ANTONIS, this is MV STAR. You are resuming course 010. Bon Voyage. Out.

Η επικοινωνία απαιτεί εμπειρία και συστηματική παρατήρηση του άλλου πλοίου στο ραντάρ. Εμπειρία δύνανται να αποκτηθεί σε ανοικτή θάλασσα με λίγους στόχους στην περιοχή. Εάν προκαλείται σύγχυση ή δεν είναι κατανοητά τα όσα λαμβάνονται από το άλλο πλοίο, η επικοινωνία πρέπει άμεσα να διακόπτεται και να εφαρμόζονται οι COLREGS αντί να αναλίσκεται πολύτιμος χρόνος κατά την προσέγγιση των δύο πλοίων στην προσπάθεια κατανόησης εξ αιτίας δυσκολιών γλώσσας.

Ωστόσο σε πολλές περιπτώσεις το ραδιοηλέφωνο κατέστη επικίνδυνο, είτε διότι ηγέρθησαν αμφιβολίες στην αναγνώριση των πλοίων, είτε διότι ερμηνεύτηκαν λανθασμένα οι εκατέρωθεν διατυπωθείσες προθέσεις. Κατά την νύκτα ή και σε περιορισμένη ορατότητα, όταν στην περιοχή πλέουν περισσότερα από δύο πλοία, η θετική αναγνώριση δεν εξασφαλίζεται πάντοτε. Αλλά ακόμη και εάν επιτευχθεί η θετική αναγνώριση, εγκυμονεί ο κίνδυνος λόγω παρανοήσεως προθέσεων. Ένας άλλος κίνδυνος εγκυμονεί, όταν μετά την θετική αναγνώριση και την ορθή κατανόηση των προθέσεων, τα πλοία προβαίνουν σε συμφωνία για μία ενέργεια η οποία αντίκειται στους COLREGS. Η ραδιοηλεφωνία συνιστά μία αιτία αποσπάσεως προσοχής του Αξιωματικού Φυλακής, η οποία σε κρίσιμες στιγμές δυνατόν να αποβεί μοιραία.

## 5.4 Θέμα προς μελέτη: Σύγκρουση μεταξύ πλοίων ANTONIA-B και ILONA-G

### 5.4.1 Εισαγωγή

Πρόκειται για μία περίπτωση συγκρούσεως η οποία χαρακτηρίστηκε από την ανακριτική επιτροπή ως 'radar assisted collision'. Το πολυτιμότερο εργαλείο του ναυτιλόμενου για αποφυγή συγκρούσεως, δηλαδή το ραντάρ, όταν χειρίζεται από μη έμπειρο προσωπικό, καθίσταται πράγματι επικίνδυνο και συμβάλει στα ατυχήματα αντί να τα αποτρέπει.

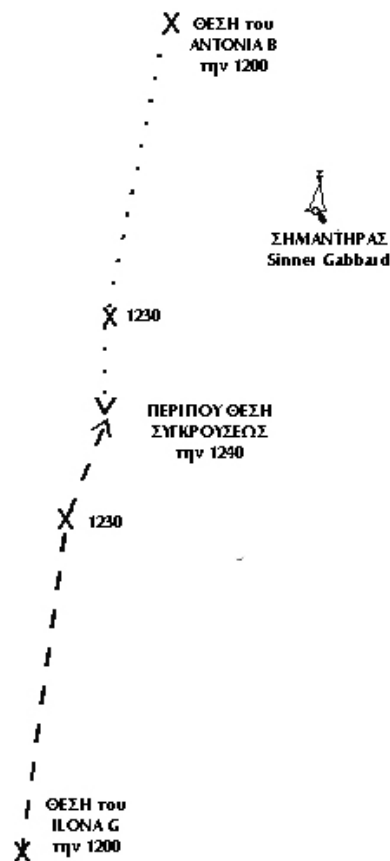
Δύο πλοία πλησιάζουν υπό περιορισμένη ορατότητα. Τα ραντάρ και των δύο λειτουργούν χωρίς κανένα πρόβλημα και οι Αξιωματικοί Φυλακής στο καθένα πλοίο εντοπίζουν το έτερο αρκετά έγκαιρα. Η σύγκρουση έλαβε χώρα υπό το κράτος λανθασμένων εκτιμήσεων, μη εφαρμογής των COLREGS και αδυναμίας ορθής διερμηνεύσεως της εικόνας ραντάρ.

### 5.4.2 Ιστορικό

Στις 19 Αυγούστου 1997 το πλοίο ANTONIA B κατευθυνόταν από το IMMINGHAM προς CALAIS φορτωμένο. Την ίδια μέρα το πλοίο ILONA G χωρίς φορτίο έπλεε από NEWHAVEN στο BOSTON. Η ώρα ήταν λίγο μετά τις 1200 και στα δύο πλοία, οι Πλοίαρχοι είχαν αποσυρθεί από τις γέφυρες.

Το ANTONIA B έφερε τα συνήθη πλοϊκά φώτα. Το ραντάρ είχε εξ αρχής τοποθετηθεί στην κλίμακα των 6 nm με προσανατολισμό εικόνας HEAD UP και τους κύκλους διακριβώσεως ενεργοποιημένους. Μετά την αλλαγή φυλακής περίπου στις 1200, ο εκτελών καθήκοντα Αξιωματικού Φυλακής, Ανθυποπλοίαρχος, άλλαξε την κλίμακα στα 3 nm, ενεργοποίησε αποκέντρωση και ρύθμισε ώστε να παρέχεται πεδίο επιτηρήσεως περί τα 4,5 nm προς την προχώρηση του πλοίου. Το αυτόματο πηδάλιο ήταν ενεργοποιημένο και στίγματα σημειώνονταν κάθε 30 min με GPS και με ραντάρ. Δεν γινόταν εκπομπή ηχητικών σημάτων ομίχλης. Η εκπομπή σημάτων ομίχλης δεν αποτελούσε για το πλοίο συνηθισμένη πρακτική εκτός και εάν υπήρχε στην περιοχή πυκνή ναυτιλιακή κίνηση. Η πορεία την οποία ακολουθούσε με το αυτόματο πηδάλιο ήταν 185° και η ταχύτητα 8 knots.

Το ILONA G έφερε επίσης πλοϊκά φώτα. Το ραντάρ είχε εξ αρχής τοποθετηθεί στην κλίμακα των 6 nm με προσανατολισμό εικόνας HEAD UP. Μετά την αλλαγή φυλακής περίπου στις 1200, ο εκτελών καθήκοντα Αξιωματικού Φυλακής, Ανθυποπλοίαρχος, άλλαξε τον προσανατολισμό σε NORTH UP, χωρίς τους κύκλους διακριβώσεως. Στίγματα σημειώνονταν κάθε 30 min. Δεν γινόταν εκπομπή ηχητικών σημάτων ομίχλης για τον ίδιο λόγο όπως και στο ANTONIA B. Η πορεία την οποία ακολουθούσε με το αυτόματο πηδάλιο ήταν 008° και η ταχύτητα περίπου 8 knots.



Σχήμα 5-5: Περίπτωση συγκρούσεως ANTONIA B και ILONA G

Υπάρχουν συγκεχυμένες ενδείξεις όσον αφορά την θέση και την κίνηση άλλων πλοίων στην περιοχή κατά την χρονική περίοδο πριν το ατύχημα. Πάντως στις 1210, ένα τρίτο πλοίο ευρισκόταν στην αριστερή πλευρά του ANTONIA B περί το 1 nm.

Ο Αξιωματικός Φυλακής του ANTONIA B εντοπίζει στο ραντάρ ένα στόχο λίγο δεξιότερα από την πλώρη του στα 4 nm. Ήταν το ILONA G. Το παρακολουθεί με EBL και VRM. Με την βοήθεια ενός χάρακα, εκτιμά ότι το άλλο πλοίο έχει σχεδόν αντίθετη πορεία και ότι διέρχεται από την δεξιά του πλευρά στην απόσταση περίπου

4 με 5 στάδια. Θεώρησε ότι αυτή η απόσταση διελεύσεως είναι ικανοποιητική και ότι δεν συνιστά επικίνδυνη προσέγγιση για τις παρούσες συνθήκες ορατότητας.

Λίγο πριν, ο Αξιωματικός Φυλακής του ILONA G εντοπίζει με το ραντάρ δύο στόχους δεξιά και αριστερά από την πλώρη του αντίστοιχα στα 6 περίπου nm. Αν και το ραντάρ διέθετε δυνατότητα ARPA, δεν την χρησιμοποίησε. Το πλοίο αριστερά από την πλώρη του ήταν το ANTONIA B. Υπέθεσε ότι όφειλε να φυλάξει το ευρισκόμενο πλοίο δεξιά από την πλώρη του, ενώ θεώρησε ότι το ευρισκόμενο πλοίο αριστερά από την πλώρη του – δηλαδή το ANTONIA B – όφειλε να τον φυλάξει. Προετοιμάστηκε λοιπόν να αλλάξει πορεία προς τα δεξιά όταν η απόσταση θα έφθανε στα 2,5 nm. Υπέθεσε ότι το πλοίο το οποίο ευρισκόταν αριστερά από την πλώρη του (δηλαδή το ANTONIA B) θα έκανε το ίδιο.

Όταν οι δύο στόχοι έφθασαν στα 3,5 nm, ο Αξιωματικός Φυλακής του ILONA G ενεργοποίησε τους κύκλους διακριβώσεως και κάλεσε με το VHF στο κανάλι 16, 'THE TWO VESSELS EITHER SIDE OF THE VESSEL HEADING NORTH, PLEASE LET ME KNOW YOUR INTENTIONS?'. Απάντησε μόνο το δεξιά από την πλώρη του πλοίο 'YES, I CAN SEE YOU' και παρατήρησε στο ραντάρ την ηχώ του, να περνά από την πρύμη του πλοίου αριστερά από την πλώρη του (δηλαδή του ANTONIA B). Η κλήση αυτή δεν ακούστηκε από το ANTONIA B. Χρησιμοποιώντας τον σημειωτή διοπτύσεως (EBL) προς παρακολούθηση της διοπτύσεως του στόχου αριστερά από την πλώρη του, ο Ανθυποπλοίαρχος του ILONA G διαπίστωσε ότι το άλλο πλοίο πλησίαζε επικίνδυνα υπό σταθερά διόπτευση. Όταν η απόσταση έφθασε στα 2,5 nm, κάλεσε με το VHF στο κανάλι 16, 'THE VESSEL APPROACHING ME AT 2,5 MILES, PLEASE TELL ME YOUR INTENTIONS?'. Μη λαμβάνοντας απάντηση, αποφάσισε να προβεί σε χειρισμό αποφυγής, αλλάζοντας την πορεία του προς τα δεξιά. Κάλεσε πάλι με το VHF στο κανάλι 16 'I AM GOING TO STARBOARD' και άλλαξε την πορεία του κατά 10<sup>ο</sup> δεξιότερα.

Στις 1230, ο Αξιωματικός Φυλακής του ANTONIA B σημείωσε την θέση του πλοίου του και διαπίστωσε ότι είχε βρεθεί δεξιότερα από την χαραγμένη πορεία. Για να επανέλθει άλλαξε πορεία 5<sup>ο</sup> αριστερότερα και συνέχισε να παρακολουθεί το πλοίο το οποίο πλησίαζε, δηλαδή το ILONA G. Στο ILONA G, ο Αξιωματικός Φυλακής παρατήρησε στο ραντάρ, ότι το πλοίο αριστερά από την πλώρη του συνέχιζε να προσεγγίζει υπό σταθερά διόπτευση. Έτσι όταν η απόσταση έφθασε το 1,5 nm κάλεσε με το VHF στο κανάλι 16 'VESSEL APPROACHING AT 1,5 MILES, YOU ARE COMING DOWN MY BEARING LINE, I AM GOING TO ALTER FURTHER TO STARBOARD' και αμέσως άλλαξε στο αυτόματο πηδάλιο την πορεία 20<sup>ο</sup> δεξιότερα.

Όταν η απόσταση έφθασε στο 1 nm, ο Αξιωματικός Φυλακής του ILONA G άλλαξε την πορεία του ακόμη λίγο δεξιότερα μέχρι 045<sup>ο</sup>. Διέταξε πηδάλιο χειροκίνητο και αμέσως μετά άλλαξε και πάλι την πορεία δεξιότερα μέχρι 083<sup>ο</sup> και τότε είδε το άλλο πλοίο στις 45<sup>ο</sup> περίπου προς την αριστερή του μάσκα. Κάλεσε πάλι στο κανάλι 16 'I AM GOING HARD TO STARBOARD' και διέταξε όλο δεξιά πηδάλιο. Καμία από τις κλήσεις δεν ακούστηκαν από τον Αξιωματικό Φυλακής του ANTONIA B, ο οποίος αιφνιδίως είδε στην δεξιά του μάσκα την αριστερή πλευρά του ILONA G. Διέταξε πηδάλιο χειροκίνητο και όλο δεξιά, όμως ήταν αργά. Η πλώρη του εμβόλισε το αριστερό ισχίο του ILONA G σε μία γωνία περίπου 40<sup>ο</sup>. Η ζημιά και στα δύο πλοία ήταν ευτυχώς πάνω από τις ίσαλους γραμμές και κατάφεραν να πλεύσουν χωρίς βοήθεια. Δεν τραυματίστηκε κανείς ούτε σημειώθηκε ρύπανση αλλά οι ζημιές ήταν αρκετά εκτεταμένες και στα δύο πλοία.

### 5.4.3 Διδάγματα

#### ANTONIA B

1. Το ραντάρ λειτουργούσε με προσανατολισμό HEAD UP. Αυτός ο προσανατολισμός αν και προτιμάται κατά τον πλου σε περιορισμένα ύδατα και καθαρή ορατότητα με σκοπό τον άμεσο συσχετισμό της εικόνας ραντάρ με την εικόνα της οπτικής επιτηρήσεως, είναι τελείως ακατάλληλος για αποφυγή συγκρούσεως και μάλιστα με περιορισμένη ορατότητα. Οι κινήσεις των άλλων πλοίων δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθούν καθόσον οι σχετικές διοπτύσεις τους μεταβάλλονται με τις αλλαγές πορείας του πλοίου και τις παρατιμονιές.

2. Ο Αξιωματικός Φυλακής εκτίμησε εσφαλμένα, ότι δεν συντρέχει κίνδυνος συγκρούσεως. Η διέλευση άλλου πλοίου σε εγγύτερη απόσταση 4-5 σταδίων σε πολύ περιορισμένη ορατότητα κάθε άλλο παρά θεωρείται ασφαλής.

3. Η επιβεβαίωση ότι το πλοίο ήταν δυτικά από το χαραγμένο ίχνος, παρότρυνε τον Αξιωματικό Φυλακής να προβεί σε αλλαγή πορείας προς τα αριστερά. Αυτή η αλλαγή στις 1230, συνετέλεσε στην σημαντική μεταβολή της σχετικής διοπτύσεως του άλλου πλοίου προς τα δεξιά, γεγονός το οποίο εφησύχασε τον Αξιωματικό Φυλακής ότι δεν υφίσταται κίνδυνος συγκρούσεως. Στην πραγματικότητα είχε μεταβληθεί η σχετική διόπτευση, όχι η αληθής. Το ραντάρ παραπλάνησε επικίνδυνα τον Αξιωματικό Φυλακής.
4. Η ενασχόληση του Αξιωματικού Φυλακής με την παρακολούθηση της προχωρήσεως του πλοίου σε κρίσιμες στιγμές, του απέσπασε την προσοχή από την συστηματική παρακολούθηση του ILONA G.

### **ILONA G**

1. Ο Αξιωματικός Φυλακής αν και έμπειρος, εκτίμησε λανθασμένα ότι όφειλε να τον φυλάξει το άλλο πλοίο. Και τα δύο πλοία είχαν την υποχρέωση να αναλάβουν δράση για αποφυγή συγκρούσεως έγκαιρα υπό τις παρούσες συνθήκες σύμφωνα με τον κανόνα 19 των COLREGS.
2. Αν και άλλαξε πορεία προς τα δεξιά, όφειλε να το πράξει αρκετά έγκαιρα και η αλλαγή να ήταν σημαντική.
3. Δόθηκε μεγάλη έμφαση στην επικοινωνία με το VHF αντί αυστηρής συμμορφώσεως με τους COLREG. Η εμπειρία έχει δείξει ότι εάν ακουστεί αιφνιδίως από το VHF μια άγνωστη φωνή, ότι αλλάζει πορεία προς τα δεξιά ή αριστερά, τότε εγείρονται περισσότερα ερωτηματικά και περιπλέκεται ακόμη περισσότερο η κατάσταση. Πέρα από την κάθε άλλη σκέψη, ποιο πλοίο πραγματοποίησε αυτήν την κλήση από εκείνα τα οποία εντοπίζονται στο ραντάρ. Ο Αξιωματικός Φυλακής του ILONA G προσπάθησε απλώς να επικοινωνήσει και καθυσάχασε τον εαυτό του σε μία απατηλή αντίληψη σιγουριάς.
4. Η ενέργεια αποφυγής συγκρούσεως του ILONA G συνίστατο σε μερικές μικρές διαδοχικές αλλαγές πορείας προς τα δεξιά (cumulative turns). Η αναγνώριση αυτών των διαδοχικών χειρισμών είναι πολύ δύσκολη από άλλα πλοία. Μόνο μια σημαντική αλλαγή καθίσταται άμεσα αντιληπτή.

### **Και τα δύο πλοία**

1. Τα δύο πλοία δεν μείωσαν την ταχύτητα των ως όφειλαν. Ακόμη και την τελευταία στιγμή η σύγκρουση θα είχε αποτραπεί ή τουλάχιστον θα είχαν μειωθεί οι ζημιές, εάν το ILONA G το οποίο είχε αντιληφθεί προ πολλού τον κίνδυνο συγκρούσεως είχε μειώσει την ταχύτητα ή είχε κρατήσει.
2. Κανένα από τα δύο πλοία δεν είχε τοποθετήσει οπτήρα παρά τις σαφείς οδηγίες στους φακέλους γέφυρας. Αν και οι δύο Αξιωματικοί Φυλακής είχαν πλήρη επίγνωση της προσεγγίσεως του άλλου πλοίου αρκετά έγκαιρα χωρίς την βοήθεια οπτήρα, εν τούτοις εάν η οπτική επιτήρηση είχε ανατεθεί υπεύθυνα σε ένα άλλο άτομο, με αυτό το αποκλειστικό καθήκον, θα γινόταν αντιληπτή οπτικά η παρουσία του άλλου πλοίου ενωρίτερα, γεγονός το οποίο ίσως θα επέτρεπε αποτελεσματικό χειρισμό αποφυγής συγκρούσεως της τελευταίας στιγμής.
3. Κανένα από τα δύο πλοία δεν εξέπεμπε ηχητικά σήματα. Παρά την σημαντική συμβολή του ραντάρ, των δυνατοτήτων ARPA, της καθιερώσεως των ζωνών διαχωρισμού θαλάσσιας κυκλοφορίας κοκ, τα ηχητικά σήματα δεν παύουν να έχουν εξαιρετική συμβολή στην αποφυγή συγκρούσεων. Ποτέ δεν πρέπει να θεωρείται ότι το άλλο πλοίο φέρει ραντάρ. Τα σκάφη αναψυχής για παράδειγμα βασίζονται στο άκουσμα ηχητικών σημάτων για προειδοποίηση ότι ένα πλοίο πλησιάζει εν ομίχλη.



## **Κεφάλαιο 6**

### **Συστήματα Αυτομάτου Υποτυπώσεως (ARPA)**

---

#### **6.1 Εισαγωγή**

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1970 εμφανίστηκαν στα ναυτιλιακά ραντάρ δυνατότητες παρακολούθησης στόχων και ανάλυσης της κινηματικής τους συμπεριφοράς. Από την δεκαετία του 1980 και μετέπειτα, η παρουσία των συσκευών αυτών επεκτάθηκε σε μεγάλο βαθμό για λόγους συμμορφώσεως με τις απαιτήσεις του IMO αλλά και με τις εθνικές νομοθεσίες.

Οι συσκευές αυτές είναι γνωστές με την ονομασία ARPA από τα αρχικά των λέξεων AUTOMATIC RADAR PLOTTING AIDS, επειδή η κύρια λειτουργία τους είναι η αυτόματη παρακολούθηση στόχων. Για την επεξεργασία των στοιχείων χρησιμοποιούν κατάλληλο επεξεργαστή με εξειδικευμένο λογισμικό (software). Οι συσκευές ARPA προσφέρουν λύσεις σε προβλήματα σχετικής και αληθούς κινήσεως, οι οποίες παραδοσιακά εκτελούνται με γραφικές μεθόδους υποτυπώσεως σε αβάκιο χειρισμών ή και σε ανακλαστικό υποτυπωτή. Ο ρόλος των συσκευών ARPA είναι να απελευθερώνουν τον ναυτιλόμενο από επαναλαμβανόμενες και κοπιαστικές διεργασίες, ώστε αφ' ενός να αντιμετωπίζει επιτυχώς επικίνδυνες καταστάσεις σε περιβάλλον πυκνής ναυτιλιακής κινήσεως και αφ' ετέρου να εστιάζεται στην διαδικασία λήψεως αποφάσεων, η οποία είναι κρίσιμη για την ασφάλεια του πλοίου του.

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1970 πραγματοποιήθηκαν πολλές επιτυχημένες προσπάθειες για σχεδίαση συσκευών αυτομάτου ή ημιαυτομάτου υποτυπώσεως στόχων. Οι πρώτες προσπάθειες οδήγησαν στην σχεδίαση ανεξαρτήτων μονάδων ARPA, οι οποίες λειτουργούσαν διασυνδεδεμένες με τις ήδη εγκατεστημένες στα πλοία συσκευές ραντάρ. Οι ανεξάρτητες μονάδες ARPA παρακολουθούσαν αυτόματα ή ημιαυτόματα στόχους λαμβάνοντας video από την κύρια συσκευή ραντάρ. Αργότερα εμφανίστηκαν ολοκληρωμένες συσκευές ραντάρ – ARPA οι οποίες σταδιακά αντικατέστησαν τις ξεχωριστές μονάδες. Σήμερα οι περισσότερες συσκευές ARPA είναι ολοκληρωμένες ως αναπόσπαστο τμήμα των συσκευών ραντάρ.

Η τεχνολογία έχει επιτρέψει την σχεδίαση πολύ προηγμένων συσκευών ραντάρ – ARPA με εξαιρετικές δυνατότητες. Ωστόσο μόνο εκείνες οι συσκευές οι οποίες συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές του IMO δύνανται να χαρακτηριστούν ως πιστοποιημένες συσκευές ARPA και πληρούν τις προϋποθέσεις της συμβάσεως SOLAS (Safety of Life at Sea) (Regulation 12, Chapter V). Το επίσημο κείμενο των προδιαγραφών είναι το IMO Resolution A. 823 (19) Recommendation on Performance Standards for Automatic Radar Plotting Aids (ARPA 's).

Οι προδιαγραφές αναφέρουν ότι οι συσκευές ARPA πρέπει να:

*‘... ελαχιστοποιούν τον φόρτο εργασίας του ναυτιλόμενου με το να του παρέχουν πληροφορίες για πολλούς παρακολουθούμενους στόχους, ώστε να προβαίνει σε συνεχή, ακριβή και ταχεία εκτίμηση καταστάσεως’.*

Η σύμβαση SOLAS (1974) με τις τροποποιήσεις του 1983 ορίζει ένα πλαίσιο σύμφωνα με το οποίο διάφοροι τύποι εμπορικών πλοίων αναλόγως μεγέθους πρέπει να εξοπλιστούν με πιστοποιημένες συσκευές ARPA (δηλαδή με συσκευές συμμορφούμενες με τις προδιαγραφές του IMO) μέσα σε μία περίοδο 4 ετών η οποία έληξε την 1<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου 1988. Σύμφωνα με την σήμερα ισχύουσα σύμβαση SOLAS, πλοία άνω των 10.000 τόνων ναυπηγημένα μετά την 1<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου 1984, υποχρεούνται να φέρουν πιστοποιημένη συσκευή ARPA.

Ο IMO έχει θεσπίσει τις ελάχιστες απαιτήσεις για την εκπαίδευση των χειριστών στην χρήση της συσκευής ARPA με την απόφαση IMO Resolution A. 482 (XII) Minimum Requirements for Training in the Use of Automatic radar Plotting Aids (ARPA). Στην πρώτη παράγραφο αυτής της αποφάσεως αναγράφεται:

Κάθε Πλοίαρχος, Υποπλοίαρχος και κάθε Αξιωματικός υπεύθυνος Φυλακής Γέφυρας σε πλοίο εξοπλισμένο με συσκευή ARPA, πρέπει να έχει παρακολουθήσει ένα εγκεκριμένο σεμινάριο για την εκπαίδευση στην χρήση της συσκευής αυτής.

Στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται μόνο οι κυριότερες προδιαγραφές του IMO για τις συσκευές ARPA. Όπου είναι απαραίτητο παρατίθενται αποσπάσματα από τις προδιαγραφές, για να κατανοηθούν πληρέστερα, η λειτουργία και οι δυνατότητες των συσκευών αυτών, ώστε ο ναυτιλόμενος να γνωρίζει τι να αναμένει από αυτές.

## 6.2 Απόκτηση στόχου

Απόκτηση στόχου (target acquisition) είναι η διαδικασία η οποία ακολουθεί μετά από μια υπόδειξη στόχου (target designation) στην συσκευή ARPA. Με την υπόδειξη, διαβιβάζονται στην συσκευή οι συντεταγμένες του προς παρακολούθηση στόχου (συνήθως διόπτευση και απόσταση). Η συσκευή στην συνέχεια μεταπίπτει στην φάση της αποκτήσεως στόχου κατά την οποία ανιχνεύει μια περιοχή γύρω από την θέση της υποδείξεως για ύπαρξη στόχου. Εάν υπάρχει στόχος στην περιοχή αυτή, η συσκευή 'τον αποκτά' και αρχίζει να συγκεντρώνει στοιχεία για αυτόν. Η περιοχή αυτή καλείται πύλη παρακολούθησεως στόχου (tracking gate).

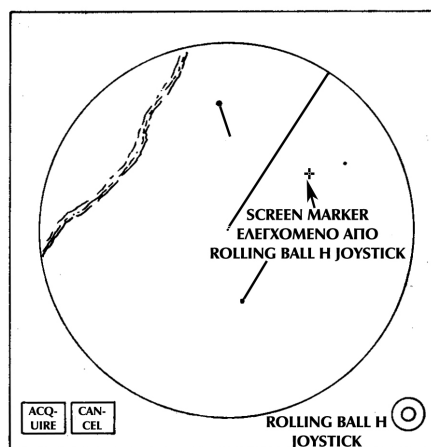
### 6.2.1 Προδιαγραφές για την απόκτηση στόχου

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής για την απόκτηση στόχου:

*Η απόκτηση στόχου πρέπει να πραγματοποιείται με υπόδειξη στόχου από τον χειριστή ή αυτόματα και για σχετικές ταχύτητες μέχρι 100 knots. Πάντως πρέπει να υπάρχει οπωσδήποτε η δυνατότητα υποδείξεως στόχου και απορρίψεως στόχου από τον χειριστή. Συσκευές ARPA με αυτόματη απόκτηση στόχου πρέπει να διαθέτουν δυνατότητα απαγορεύσεως αποκτήσεως στόχων σε ορισμένες περιοχές. Σε κάθε κλίμακα όταν έχει απαγορευτεί η αυτόματη απόκτηση σε ορισμένες περιοχές, η περιοχή εντός της οποίας δύνανται να αποκτηθούν στόχοι αυτόματα, πρέπει να προσδιορίζεται και να εμφανίζεται στον ενδείκτη.*

### Υπόδειξη στόχου από τον χειριστή

Στην περίπτωση χειροκινήτου υποδείξεως στόχου, ο χειριστής υποδεικνύει στην συσκευή τον προς παρακολούθηση στόχο. Προς τούτο χρησιμοποιείται ένα σύμβολο στην οθόνη, ονομαζόμενο 'screen marker', το οποίο τοποθετείται επί του στόχου με την βοήθεια ενός joystick ή ενός tracking ή rolling ball. Ο στόχος υποδεικνύεται προς παρακολούθηση στην συσκευή με την ενεργοποίηση ενός κομβίου 'MANUAL ACQUIRE' ή απορρίπτεται, εάν μέχρι τώρα ευρισκόταν υπό παρακολούθηση, με την ενεργοποίηση ενός κομβίου 'CEASE TRACK' ή 'CANCEL' (σχήμα 6-1).



Σχήμα 6-1: Υπόδειξη στόχου από τον χειριστή

Οι νεότερης τεχνολογίας συσκευές ARPA, δυνατόν να διαθέτουν οθόνες ευαίσθητες στην αφή (touch-sensitive screen), οπότε η υπόδειξη ή η απόρριψη στόχου πραγματοποιείται με απλή αφή δακτύλου στην θέση της ηχώ του στόχου.

### Αυτόματη απόκτηση

Στην περίπτωση της αυτομάτου αποκτήσεως, η συσκευή είναι προγραμματισμένη να εγκλωβίζει όλους τους στόχους εντός μίας περιοχής με προσδιορισμένα όρια ή όταν εισέλθουν εις αυτήν. Οι προδιαγραφές αναφέρουν ότι:

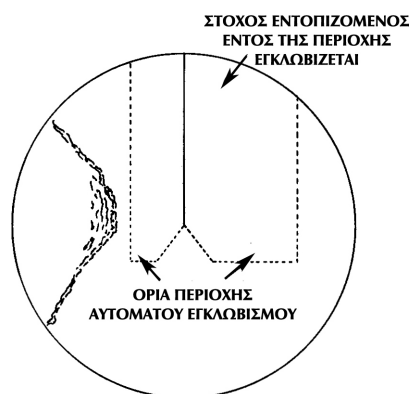
*Εάν η συσκευή διαθέτει δυνατότητα αυτομάτου αποκτήσεως στόχων, τα κριτήρια επί τη βάση των οποίων επιλέγονται οι στόχοι πρέπει να τυγχάνουν γνωστά στον χειριστή.*

Διακρίνονται οι περιπτώσεις αυτομάτου αποκτήσεως στόχου:

- εντός προσδιορισμένης περιοχής
- εντός ζωνών επιτηρήσεως

### Αυτόματη απόκτηση εντός προσδιορισμένης περιοχής

Κάθε εντοπιζόμενη ηχώ εντός των ορίων της προσδιορισμένης περιοχής, υποβάλλεται σε διαδικασία ελέγχου επί τη βάση γνωστών κριτηρίων. Ηχώ από ξηρά οι οποίες καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση, απορρίπτονται και οι λοιποί στόχοι κατατάσσονται σε λίστα προτεραιότητας επί τη βάση κριτηρίων αποστάσεως ή και CPA, TCPA κλπ. Για παράδειγμα, στόχοι με εγγύτερη απόσταση διελεύσεως (CPA) εμφανίζονται πρώτοι στην λίστα ενώ πιθανώς απομακρυνόμενοι στόχοι, εμφανίζονται τελευταίοι. Οι πρώτοι στόχοι στην λίστα αρχίζουν να παρακολουθούνται. Ο αριθμός των παρακολουθούμενων στόχων εξαρτάται από τις δυνατότητες της συσκευής. Οι τελευταίοι στόχοι στην λίστα, οι οποίοι θεωρούνται χαμηλής προτεραιότητας, είτε απορρίπτονται, είτε αρχίζουν να παρακολουθούνται όταν η προτεραιότητα αλλάξει. Για παράδειγμα όταν ένας παρακολουθούμενος στόχος απομακρυνθεί, δυνατόν να διακοπεί η παρακολούθησή του και να αρχίσει η παρακολούθηση άλλου εγγύτερου, στην κορυφή της λίστας. Μερικές συσκευές ARPA, διαθέτουν πολύπλοκα κριτήρια δημιουργίας λίστας προτεραιότητας, στα οποία ο χειριστής δυνατόν να επεμβαίνει για να τροποποιήσει ορισμένες παραμέτρους. Το σχήμα 6-2 παρουσιάζει μία τυπική περιοχή αυτομάτου αποκτήσεως στόχων.



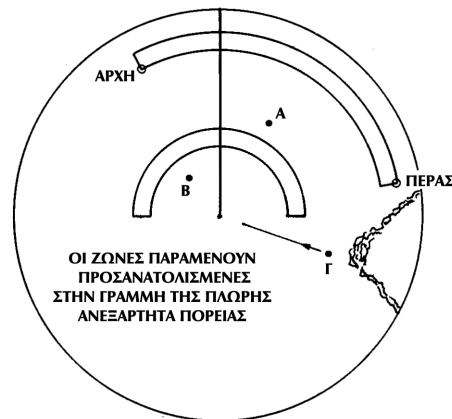
Σχήμα 6-2: Αυτόματη απόκτηση στόχων δια προσδιορισμού περιοχής

### Αυτόματη απόκτηση εντός ζωνών επιτηρήσεως (guard zones)

Σε αυτήν την περίπτωση ο χειριστής ενεργοποιεί περιοχές κυκλικών τομέων (συνήθως δύο) ως εις σχήμα 6-3. Στόχοι οι οποίοι εισέρχονται στις περιοχές αυτές, εγκλωβίζονται αυτόματα ενώ ενεργοποιείται ταυτόχρονα η ηχητική ή και η οπτική προειδοποίηση 'NEW TARGET'. Οι στόχοι οι οποίοι ενεργοποιούν αυτή την προειδοποίηση εμφανίζονται με εμφανές συνθετικό σύμβολο για να προκαλέσουν την προσοχή του χειριστή

(συνήθως το σύμβολο αναβοσβήνει). Δεν παράγεται προειδοποίηση για στόχους οι οποίοι παραβιάζουν τις ζώνες επιτηρήσεως ενώ ήδη παρακολουθούνται. Επίσης οι στόχοι οι οποίοι παραβίασαν τις ζώνες επιτηρήσεως και εγκλωβίστηκαν αυτόματα, δεν απορρίπτονται μετά την έξοδό τους από αυτές.

Εάν για οποιοδήποτε λόγο, η παρακολούθηση ενός εγκλωβισμένου στόχου δεν είναι δυνατόν να συνεχιστεί, τότε ενεργοποιείται η ηχητική ή και η οπτική προειδοποίηση 'TARGET LOST' ενώ στην οθόνη ο στόχος ο οποίος προκάλεσε αυτήν την ενεργοποίηση εμφανίζεται με εμφάνις συνθετικό σύμβολο για να προκαλέσει την προσοχή του χειριστή (συνήθως το σύμβολο αναβοσβήνει).

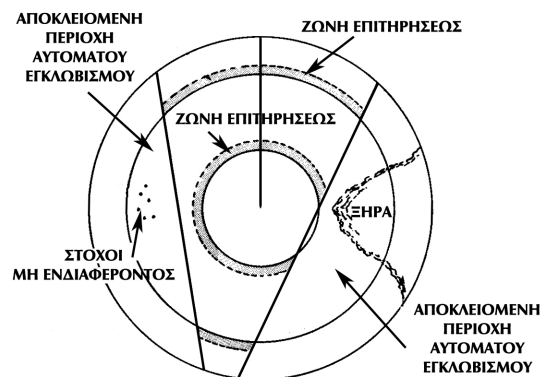


Σχήμα 6-3: Αυτόματη απόκτηση στόχων εντός ζωνών επιτηρήσεως (guard zones)

Σημείωση: Στο σχήμα 6-3, ο επικίνδυνος στόχος 'Α', έχει διέλθει απαρατήρητος από την εξωτερική ζώνη επιτηρήσεως και εντοπίζεται σε μικρή απόσταση από το πλοίο. Γίνεται αντιληπτός όταν εισέλθει στην εσωτερική ζώνη επιτηρήσεως, οπότε πιθανόν να μη υπάρχει ικανός χρόνος αντιδράσεως. Ο στόχος 'Β', πρωτοεμφανίζεται σε μικρή απόσταση και δεν γίνεται αντιληπτός. Ο στόχος Γ ο οποίος κινείται ταχέως με πορεία συγκρούσεως, επίσης δεν γίνεται αντιληπτός. Συνεπώς οι ζώνες επιτηρήσεως πρέπει να τοποθετούνται με πολύ προσοχή ώστε όλοι οι πιθανοί επικίνδυνοι στόχοι να έχουν την ευκαιρία αυτομάτου εγκλωβισμού τους.

### Αποκλειόμενες περιοχές εγκλωβισμού

Επιπροσθέτως των ζωνών επιτηρήσεως, σε ορισμένες συσκευές υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετούνται και αποκλειόμενες περιοχές εγκλωβισμού (area rejection boundaries (ARB s)) (συνήθως δύο) στις οποίες οποιοσδήποτε στόχος δεν εγκλωβίζεται (σχήμα 6-4).



Σχήμα 6-4: Ζώνες επιτηρήσεως και αποκλειόμενες περιοχές εγκλωβισμού

Γενικά, η αυτόματη απόκτηση, σε πολλές περιπτώσεις, δεν αποδεικνύεται χρήσιμη. Υπάρχει τάση να εγκλωβίζονται ανεπιθύμητες επιστροφές από την ξηρά, την θάλασσα, την βροχή, τον θόρυβο ή και τις παρεμβολές από άλλα παραπλήσια ραντάρ, έτσι ώστε εντός ολίγου να πληρούται η βάση δεδομένων με στόχους οι οποίοι στην ουσία είναι ψευδείς συναγερμοί (false alarms). Βεβαίως με ορθή τοποθέτηση των ζωνών επιτηρήσεως ή και των αποκλειόμενων περιοχών εγκλωβισμού, δυνατόν να εξαιρούνται περιοχές μη ενδιαφέροντος, οι υπόλοιποι όμως ψευδείς στόχοι μετά τον εγκλωβισμό τους, απεγκλωβίζονται και εγκλωβίζονται εκ νέου σε άλλη θέση γιατί τα χαρακτηριστικά αυτού του είδους των επιστροφών είναι ότι εμφανίζονται κατά τυχαίο τρόπο και σε τυχαία θέση. Αυτό δίνει αφορμή στην προειδοποίηση 'LOST TARGET' να ενεργοποιείται συχνότατα χωρίς λόγο και να προκαλεί σοβαρή παρενόχληση στον χειριστή.

Παρά την τεχνολογική εξέλιξη, η αυτόματη απόκτηση στόχων στα ναυτιλιακά ραντάρ αντιμετωπίζει προβλήματα και δεν δίδει απόλυτα ικανοποιητικά αποτελέσματα. Το πρόβλημα συνίσταται στην αποτελεσματική ρύθμιση της ευαισθησίας των κυκλωμάτων αυτόματου εντοπισμού από τον κατασκευαστή. Με μεγάλη ευαισθησία, εγκλωβίζονται αυτόματα ανεπιθύμητες επιστροφές. Με μικρή ευαισθησία, ενδέχεται στόχοι μικροί να διαφύγουν τον αυτόματο εγκλωβισμό.

Στην πράξη ένα μεγάλο ποσοστό ναυτιλόμενων δεν χρησιμοποιεί ή σπάνια χρησιμοποιεί την δυνατότητα αυτομάτου αποκτήσεως στόχων σε περιοχές πλησίον ακτών με μεγάλη ναυτιλιακή κίνηση. Αντιθέτως σε ωκεάνιες περιοχές, όταν ο αριθμός των στόχων κατά κανόνα είναι μικρός, η δυνατότητα αυτή αποδεικνύεται χρήσιμη, διότι ο υπεύθυνος Αξιωματικός Φυλακής συνεγείρεται με την εμφάνιση κάποιου στόχου, εάν υποθεθεί ότι έχει απωλέσει την προσοχή του λόγω ανίας.

Συμπερασματικά, η υπόδειξη στόχων από τον χειριστή, εξασφαλίζει την αμεσότερη επαφή του με την συσκευή και είναι περισσότερο αποτελεσματική. Η δυνατότητα αυτομάτου αποκτήσεως στόχων δεν κρίνεται απόλυτα απαραίτητη. Ωστόσο εάν γίνεται χρήση των ζωνών επιτηρήσεως ο Αξιωματικός Φυλακής δεν πρέπει να εφησυχάζει, αλλά να τις θεωρεί ως ένα εναλλακτικό και επιπρόσθετο εργαλείο ασφαλούς επιτηρήσεως.

### 6.3 Παρακολούθηση στόχου

Η διαδικασία η οποία ακολουθεί μετά την απόκτηση στόχου καλείται παρακολούθηση στόχου (target tracking). Κατ' αυτήν η συσκευή επί τη βάσει των συνεχόμενων μετρήσεων των συντεταγμένων του στόχου, προσδιορίζει τα στοιχεία της τροχιάς αυτού.

#### 6.3.1 Προδιαγραφές παρακολουθήσεως στόχων

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής για την παρακολούθηση στόχων:

*Εάν η συσκευή ARPA δεν παρακολουθεί όλους τους εμφανιζόμενους στόχους στον ενδείκτη, οι στόχοι οι οποίοι παρακολουθούνται πρέπει να διακρίνονται. Η αξιοπιστία της παρακολουθήσεως δεν πρέπει να είναι κατώτερα εκείνης την οποία δύναται να επιτύχει ένας χειριστής με υποτύπωση διαδοχικών μετρήσεων θέσεων του στόχου λαμβανομένων από έναν απλό ενδείκτη ραντάρ.*

Δεν υπάρχει κανένας λόγος να πιστεύει κανείς ότι η ακρίβεια επιλύσεων προβλημάτων με τις συσκευές ARPA είναι καλύτερη ή χειρότερη από την ακρίβεια η οποία επιτυγχάνεται σε αβάκιο χειρισμών ή σε ανακλαστικό υποτυπωτή από έναν επιμελή χειριστή..

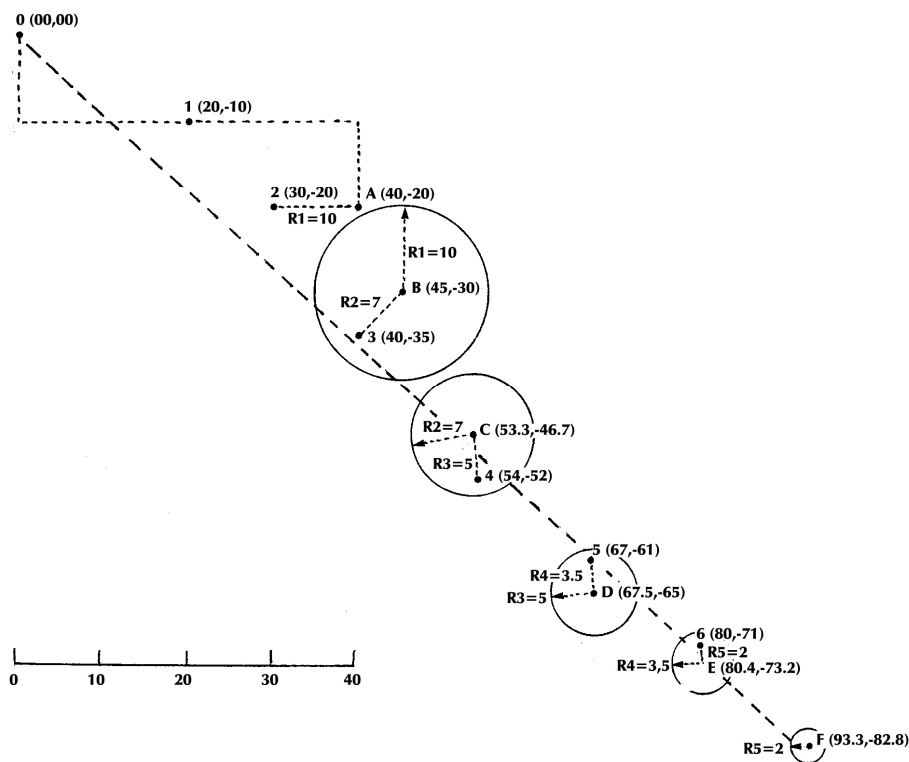
Συνήθως η παρακολούθηση ενός στόχου είναι προφανής λόγω της εμφανίσεως στην οθόνη ενός συνθετικού άνυσματος (vector) το οποίο φανερώνει τα στοιχεία κινήσεως του στόχου. Το άνυσμα, έχει την αρχή του στην παρούσα θέση του στόχου και το άκρο του, στην προβλεπόμενη θέση του μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα επιλεγόμενο από τον χειριστή. Πάντως σε πολλές συσκευές, το άνυσμα δεν εμφανίζεται αμέσως μετά την υπόδειξη του στόχου, αλλά μετά από ένα περίπου λεπτό, επειδή οι διαθέσιμες μετρήσεις είναι πολύ λίγες για τον προσδιορισμό της τροχιάς του στόχου χωρίς διακυμάνσεις. Άλλωστε άνυσμα δυνατόν να υπάρχει αλλά να έχει μηδενικό μήκος. Επομένως η εμφάνιση άνυσματος αποτελεί ένδειξη ότι ο στόχος παρακολουθείται, αλλά δεν ισχύει το αντίστροφο.

Η συσκευή συνεχίζει να παρακολουθεί έναν εγκλωβισμένο στόχο μέχρι την στιγμή κατά την οποία, είτε ο χειριστής τον απορρίπτει, είτε εκπληρώνεται κάποιο κριτήριο απορρίψεως στόχου (πχ η απόσταση είναι μεγαλύτερη από 20 nm και αυξάνεται), είτε δηλώνεται απώλεια στόχου (TARGET LOST).

**6.3.2 Τεχνική RATE AIDING**

Οι αλγόριθμοι οι οποίοι εξασφαλίζουν ότι η πύλη παρακολουθήσεως ακολουθεί τον στόχο και διαγράφει κατά το δυνατόν ομαλή τροχιά, διαφέρουν σε κάθε κατασκευαστή. Σε γενικές γραμμές υλοποιείται η τεχνική RATE AIDING η οποία περιγράφεται στην συνέχεια.

Κάθε παρακολουθούμενος στόχος περιβάλλεται από την λεγόμενη πύλη παρακολουθήσεως (tracking gate). Η πύλη παρακολουθήσεως είναι μία μικρή περιοχή το κέντρο της οποίας τοποθετείται με πρόβλεψη, στην θέση στην οποία αναμένεται να ευρίσκεται ο στόχος κατά την επόμενη περιστροφή της κεραίας. Κατά την διέλευση της κεραίας από κάθε παρακολουθούμενο στόχο, η συσκευή αποκτά μετρήσεις των συντεταγμένων τους αναφορικά με την θέση του κέντρου της πύλης παρακολουθήσεως. Η διαφορά των συντεταγμένων της θέσεως του κέντρου της πύλης και του στόχου δηλώνει ένα σφάλμα σκοπεύσεως του στόχου, το οποίο χρησιμοποιείται περαιτέρω για μία καλύτερη επόμενη πρόβλεψη.



ΜΕΤΡΗΣΗ =>	1	2	3	4	5	6
X	20	30	40	54	67	80
Y	-10	-20	-35	-52	-61	-71
Μέση μετατόπιση x	20	15	13.3	13.5	13.4	13.3
Μέση μετατόπιση y	-10	-10	-11.7	-13	-12.2	-11.8
ΠΡΟΒΛΕΨΗ =>	A	B	C	D	E	F
X	40	45	53.3	67.5	80.4	93.3
Y	-20	-30	-46.7	-65	-73.2	-82.8
R		10	7	5	3.5	2

Σχήμα 6-5: Rate aiding

Όταν για πρώτη φορά αποκτάται ένας στόχος μετά από μία υπόδειξη ή αυτόματα, δημιουργείται μία μεγάλη πύλη παρακολούθησης (ή καλύτερα πύλη αποκτήσεως) η οποία τον περιβάλλει, διότι δεν είναι γνωστή η κατεύθυνση προς την οποία θα κινηθεί.

Το σχήμα 6-5 παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο διαδοχικές μετρήσεις συντεταγμένων του στόχου, χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της επόμενης θέσεως στην οποία αναμένεται να εμφανιστεί και τον τρόπο με τον οποίο οι διαστάσεις της πύλης προοδευτικά μειώνονται καθώς η αβεβαιότητα στις προβλέψεις προοδευτικά μειώνεται, όσο αυξάνεται ο αριθμός των μετρήσεων. Οι θέσεις 0, 1, 2, ...7 είναι οι πραγματικές θέσεις του στόχου οι οποίες προκύπτουν από τις διαδοχικές μετρήσεις σε κάθε περιστροφή της κεραίας. Οι θέσεις A, B, ...F είναι οι προβλεπόμενες θέσεις για κάθε επόμενη περιστροφή της κεραίας. Οι προβλέψεις με αυτόν τον απλό αλγόριθμο υπολογίζονται επί τη βάση των συνολικών μετατοπίσεων κατά x και y. Η θέση της κάθε προβλέψεως αποτελεί το κέντρο έρευνας με ακτίνα R ανάλογη του σφάλματος της προβλέψεως. Η ακτίνα της πύλης R είναι στην ουσία ένα μέτρο της αξιοπιστίας στην παρακολούθηση του στόχου.

Είναι δυνατόν με κατάλληλους αλγόριθμους το μέγεθος της πύλης να μειώνεται σταδιακά. Τα πλεονεκτήματα μίας πύλης μικρών διαστάσεων είναι:

- α. Μικρότερη πιθανότητα αντιμεταθέσεως ιχνών (target swap) (συζητείται στην συνέχεια).
- β. Αυξημένη ικανότητα παρακολούθησης στόχων σε περιβάλλον θαλασσίων επιστροφών και επιστροφών καιρικών φαινομένων (η μικρή πύλη περιέχει λίγα παράσιτα).
- γ. Δυνατότητα να συνεχίζεται η παρακολούθηση ακόμα και εάν η ηχώ του στόχου είναι διακοπτόμενη.

Το πρόβλημα με το μικρό μέγεθος πύλης είναι η πιθανή απώλεια στόχου όταν αυτός εκτελεί χειρισμό και ως εκ τούτου δεν ευρεθεί στην θέση η οποία προσδιορίζεται από την πρόβλεψη. Τότε ο επεξεργαστής αυξάνει τις διαστάσεις της πύλης αλλά είναι πολύ πιθανόν ο στόχος να απωλεσθεί και να δηλωθεί ως 'LOST TARGET'. Εάν ο στόχος αποκτηθεί εκ νέου, τότε από τις συνεχόμενες νέες μετρήσεις προσδιορίζονται τα νέα κινηματικά του στοιχεία και οι διαστάσεις της πύλης μειώνονται, ενώ το ίχνος του προοδευτικά σταθεροποιείται εκ νέου.

### 6.3.3 Αριθμός παρακολουθούμενων στόχων

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής για τον αριθμό των παρακολουθούμενων στόχων:

*Η συσκευή ARPA πρέπει αυτομάτως να παρακολουθεί, να επεξεργάζεται, ταυτόχρονα να παρουσιάζει στον ενδείκτη και συνεχώς να ενημερώνει στην βάση δεδομένων τις πληροφορίες τουλάχιστον 20 διαφορετικών στόχων ανεξάρτητα εάν αυτοί υποδεικνύονται από τον χειριστή ή αποκτώνται αυτόματα.*

Έχουν διατυπωθεί γνώμες ότι ο παραπάνω αριθμός των στόχων σε ένα περιβάλλον πολύ πυκνής ναυτιλιακής κινήσεως είναι μικρός. Ωστόσο από την πρακτική εμπειρία διαπιστώνεται ότι κατά κανόνα δεν απαιτείται όλοι οι στόχοι της περιοχής να παρακολουθούνται. Τουναντίον έχει αποδειχθεί ότι πληθώρα ανυσμάτων στον ενδείκτη από την παρακολούθηση πολλών στόχων προκαλεί σύγχυση (ARPA clutter) και δεν συμβάλει θετικά. Ο Αξιωματικός Φυλακής δύναται ευκόλως να αναγνωρίσει τους στόχους οι οποίοι απαιτούν παρακολούθηση και να τους υποδείξει στο σύστημα.

### 6.3.4 Απώλεια στόχου

Οι προδιαγραφές IMO αναφέρουν τα εξής για την συμπεριφορά μιας συσκευής ARPA όταν συμβεί απώλεια στόχου:

*Η συσκευή ARPA θα πρέπει να συνεχίζει την παρακολούθηση ενός εγκλωβισμένου στόχου, ο οποίος καθαρά διακρίνεται στις 5 από τις 10 περιστροφές κεραίας, με την προϋπόθεση ότι δεν συμβαίνει αντιμετάθεση ιχνών (target swap).*

Να σημειωθεί στο σημείο αυτό ότι εάν για κάποιο λόγο, δεν λαμβάνεται ηχώ από τον παρακολουθούμενο στόχο σε κάποια περιστροφή της κεραίας, η συσκευή δεν πρέπει άμεσα να δηλώσει απώλεια στόχου. Τούτο σημαίνει ότι κάποιος μορφή έρευνας πρέπει να πραγματοποιηθεί - με αύξηση των διαστάσεων της πύλης -. Όταν συμβαίνει στιγμιαία απώλεια στόχου, όπως είναι φυσικό, δεν είναι διαθέσιμες οι μετρήσεις της

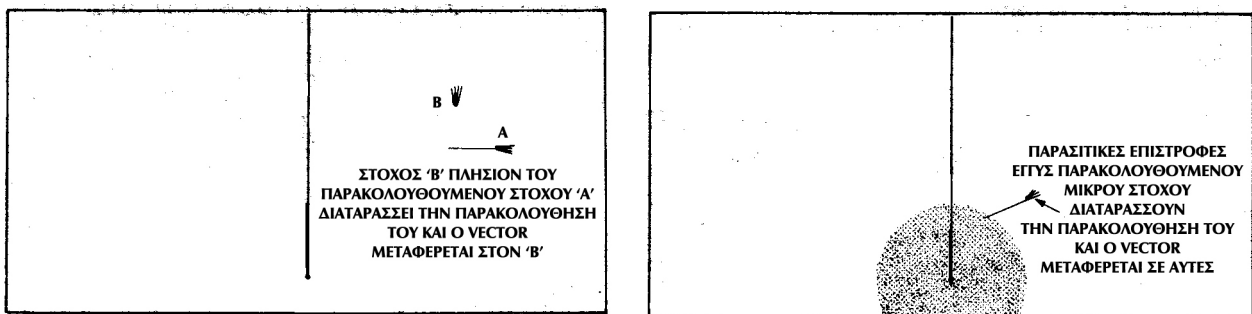
πραγματικής θέσεως του στόχου, οπότε το σύστημα εξακολουθεί την παρακολούθηση αποκλειστικά με προβλέψεις.

### 6.3.5 Αντιμετάθεση ιχνών (target swap)

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής για την αντιμετάθεση ιχνών:

*Η πιθανότητα σφαλμάτων παρακολούθησεως, συμπεριλαμβανομένης και της αντιμεταθέσεως ιχνών (target swap), πρέπει να ελαχιστοποιείται με κατάλληλη σχεδίαση της συσκευής ARPA*

Αντιμετάθεση ιχνών ως εις σχήμα 6-6 είναι πιθανή όταν δύο στόχοι διασταυρώνονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε ταυτόχρονα να ευρεθούν και οι δύο ενός της αυτής πύλης παρακολούθησεως. Όταν αυτό συμβαίνει, είναι πολύ πιθανή η αντιμετάθεση των συνθετικών συμβόλων, συμπεριλαμβανομένων και των ανυσμάτων από τον ένα στόχο, στον δεύτερο. Για την ελαχιστοποίηση αυτής της πιθανότητας, η πύλη πρέπει να λαμβάνει τις μικρότερες δυνατές διαστάσεις και για να πραγματοποιηθεί αυτό, οι προβλέψεις πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ακριβέστερες, ώστε η πύλη να μετακινείται με την διαδικασία 'rate aiding' κάθε φορά στην ακριβή θέση στην οποία αναμένεται η ηχώ του στόχου.



Σχήμα 6-6: Αντιμετάθεση ιχνών (target swap)

Όσον αφορά τις διάφορες πηγές σφαλμάτων οι προδιαγραφές επισημαίνουν τα εξής:

*Στον χειριστή πρέπει να τυγχάνουν γνωστές οι επιδράσεις από τις διάφορες πηγές σφαλμάτων κατά την αυτόματη παρακολούθηση, συμπεριλαμβανομένων των επιδράσεων χαμηλού λόγου σήματος προς θόρυβο (signal-to-noise) και χαμηλού λόγου σήματος προς παρασιτικές επιστροφές (signal-to-clutter) οι οποίες προκαλούνται από κυματισμό, βροχή, χιόνι, χαμηλή νέφωση και από παραπλήσια λειτουργούντα ραντάρ.*

Και οι δύο απαιτήσεις των προδιαγραφών, δηλαδή η ελαχιστοποίηση της πιθανότητας αντιμεταθέσεως ιχνών και η συνέχιση της παρακολούθησεως ακόμη και εάν για μικρό χρονικό διάστημα δεν λαμβάνεται ηχώ στόχου, ικανοποιούνται σε κάποιο βαθμό με την διαδικασία 'rate aiding' η οποία περιλαμβάνει πολύ εξειδικευμένους αλγόριθμους (λογισμικό) παρακολούθησεως.

### 6.3.6 Ακρίβεια παρακολούθησεως

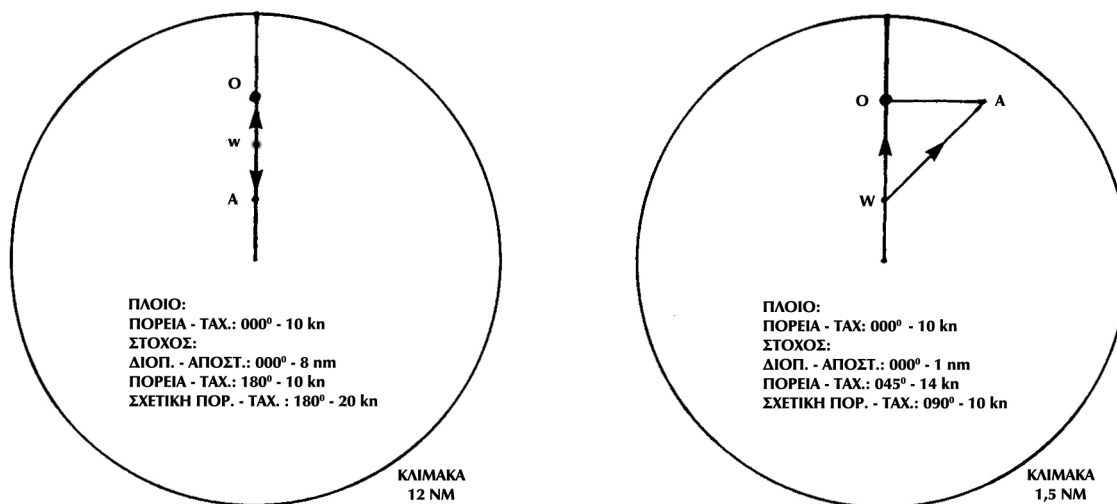
Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής σχετικά με την ακρίβεια παρακολούθησεως στόχων:

*Όταν ένας στόχος εγκλωβίζεται είτε αυτόματα, με την είσοδό του σε ζώνη επιτηρήσεως, είτε με υπόδειξη χειριστή, η συσκευή ARPA θα πρέπει να εμφανίσει εντός χρονικού διαστήματος όχι μεγαλύτερου του ενός (1) min μία περίπου ένδειξη της κινήσεως του στόχου και εντός χρονικού διαστήματος όχι μεγαλύτερου από τρία (3) min, τα προβλεπόμενα στοιχεία κινήσεως του στόχου σύμφωνα με τις ανοχές οι οποίες προσδιορίζονται σε αυτές τις προδιαγραφές.*

Επειδή η ακρίβεια στην παρακολούθηση εξαρτάται από την γεωμετρία του τριγώνου OWA, οι προδιαγραφές, δίδουν τις αναμενόμενες ανοχές στις τιμές των υπολογιζόμενων στοιχείων (CPA, TCPA, πορείας και ταχύτητας) για τέσσερα (4) διαφορετικής γεωμετρίας σενάρια εμπλοκής με στόχο, μετά από 1 min και μετά



από 3 min ομαλής παρακολούθησής του στόχου. Τα σχήματα 6-7 και 6-8 παρουσιάζουν για τα τέσσερα (4) σενάρια με σχηματική παράσταση, τις ανοχές οι οποίες αφορούν ομαλή παρακολούθηση 1 min και 3 min. Οι εν λόγω ανοχές είναι κατά κανόνα εκείνες οι οποίες αναμένονται από μια υποτύπωση σε αβάκιο χειρισμών υπό συνθήκες διατοιχισμού +/- 10° και με την προϋπόθεση ότι τα σφάλματα του ραντάρ είναι εντός των προδιαγραφών του IMO.



ΣΕΝΑΡΙΟ 1

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΝΕΚΤΟ ΣΦΑΛΜΑ	
	1 MIN	3 MIN
Σχετική πορεία	11°	3°
Σχετική ταχύτητα (knots)	2,8	0,8
CPA (nm)	1,6	0,5
TCPA (min)	-	1
Αληθής πορεία (deg)	-	7,4°

ΣΕΝΑΡΙΟ 2

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΝΕΚΤΟ ΣΦΑΛΜΑ	
	1 MIN	3 MIN
Σχετική πορεία	7°	2,3°
Σχετική ταχύτητα (knots)	0,6	0,3
CPA (nm)	-	-
TCPA (min)	-	-
Αληθής πορεία (deg)	-	2,8°

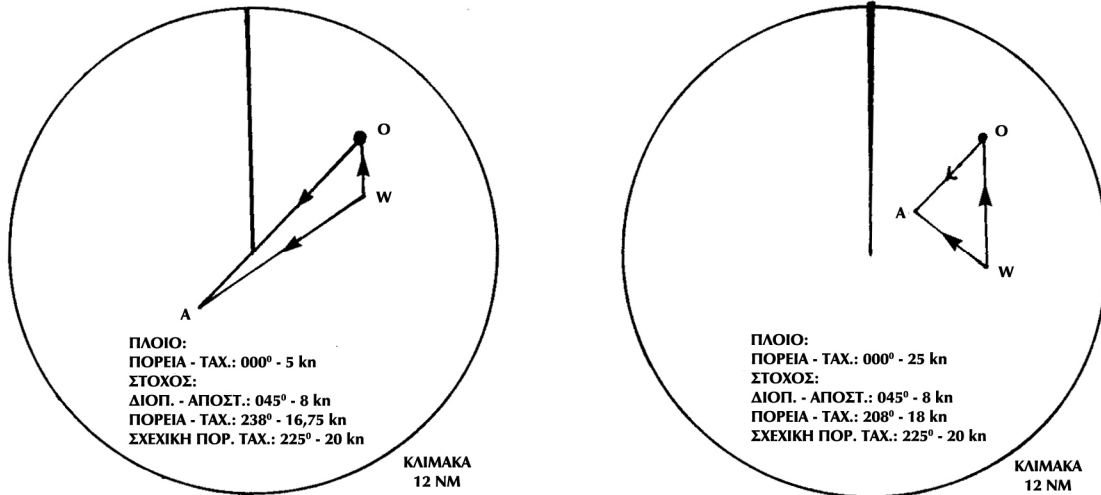
Σχήμα 6-7: Ανοχές παρακολούθησής για σενάρια 1 και 2

Είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί ότι οι προδιαγραφές απαιτούν την εξαγωγή στοιχείων σχετικής μόνο κινήσεως με τις λιγότερο αυστηρές ανοχές πρώτου επιπέδου μετά από ένα (1) min παρακολούθησής και την εξαγωγή στοιχείων σχετικής και αληθούς κινήσεως με τις αυστηρότερες ανοχές δευτέρου επιπέδου μετά από τρία (3) min παρακολούθησής. Τα ανωτέρω ισχύουν, εάν ούτε ο στόχος ούτε το πλοίο έχουν αλλάξει κινηματικά στοιχεία κατά το χρονικό διάστημα της παρακολούθησής και εάν δεν έχει συμβεί αδικαιολόγητη μεταβολή στα στοιχεία πορείας / ταχύτητας πλοίου τα οποία τροφοδοτούν την συσκευή.

Να σημειωθεί ότι:

- α. Οι ανοχές CPA και TCPA είναι ανάλογες των ανοχών σχετικής πορείας και σχετικής ταχύτητας.
- β. Η ακρίβεια στις μικρές αποστάσεις (σενάριο 2) είναι πολύ καλύτερη από την ακρίβεια στις μεγάλες (σενάρια 1, 3, 4).
- γ. Μεγάλα σφάλματα δυνατόν να προκύψουν στην υπολογιζόμενη πορεία του στόχου εάν αντιπλέει (σενάριο 1).
- δ. Τα μεγάλα σχετικά σφάλματα στην σχετική πορεία, σχετική ταχύτητα, CPA και TCPA, στα σενάρια 3 και 4, οφείλονται στα σφάλματα μετρήσεως διοπτρεύσεων κατά τους κλυδωνισμούς του πλοίου, εξ

αιτίας της κλίσεως του άξονα περιστροφής της κεραίας, τα οποία είναι μέγιστα στις σχετικές διοπτύσεις 045°, 135°, 225°, και 315°, όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2.



ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΝΕΚΤΟ ΣΦΑΛΜΑ	
	1 MIN	3 MIN
Σχετική πορεία	14°	4,4°
Σχετική ταχύτητα (knots)	2,2	0,9
CPA (nm)	1,8	0,7
TCPA (min)	-	1,0
Αληθής πορεία (deg)	-	3,3°

ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΑΝΕΚΤΟ ΣΦΑΛΜΑ	
	1 MIN	3 MIN
Σχετική πορεία	15°	4,6°
Σχετική ταχύτητα (knots)	1,5	0,8
CPA (nm)	2,0	0,7
TCPA (min)	-	1,0
Αληθής πορεία (deg)	-	2,6°

Σχήμα 6-8: Ανοχές παρακολούθησης για σενάρια 3 και 4

Η ομαλή παρακολούθηση στόχου (steady state tracking) δυνατόν να διαταραχτεί, από ένα χειρισμό του πλοίου ή και ένα χειρισμό του στόχου ή και ένα στιγμιαίο σφάλμα στα στοιχεία εισόδου πορείας και ταχύτητας πλοίου. Κάθε συσκευή ARPA αποθηκεύει και επεξεργάζεται τα δεδομένα για παρακολούθηση με διαφορετικό τρόπο και επομένως χωρίς την γνώση της συγκεκριμένης συσκευής δεν είναι γνωστό πως επηρεάζονται τα υπολογιζόμενα στοιχεία (CPA, TCPA, πορεία, ταχύτητα) μετά την διατάραξη της ομαλής παρακολούθησης του στόχου. Στην υποτύπωση με αβάκιο, τυχόν σταθερό σφάλμα δρομόμετρου δεν επηρεάζει τα στοιχεία CPA / TCPA. Το αυτό συμβαίνει σε ορισμένες μόνο συσκευές ARPA, ενώ σε άλλες δεν συμβαίνει έτσι. Η συμπεριφορά των ανυσμάτων αληθών και σχετικών κατά την διάρκεια της περιόδου εξομαλύνσεως μετά την διατάραξη της ομαλής παρακολούθησης, ποικίλει αναλόγως της φιλοσοφίας την οποία έχει υιοθετήσει ο κάθε κατασκευαστής στην αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων.

### 6.3.7 Αλγόριθμοι παρακολούθησης στόχων

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές IMO, είναι απαραίτητο η συσκευή ARPA, να αποθηκεύει διαδοχικές μετρήσεις του καθενός από τους παρακολουθούμενους στόχους και επί τη βάση αυτών να αναλύει την κινηματική συμπεριφορά τους έτσι ώστε να εξαγάγει τα στοιχεία της σχετικής και αληθούς κινήσεώς τους. Έτσι ο επεξεργαστής της συσκευής απαιτείται να αυτοματοποιεί την διαδικασία την οποία εκτελεί ένας επιμελής χειριστής υποτυπώνοντας διαδοχικές θέσεις στόχων (διόπτευση και απόσταση), είτε στο αβάκιο χειρισμών, είτε στον ανακλαστικό υποτυπωτή και επιλύοντας το τρίγωνο OWA.

Η αυτοματοποίηση μίας χειροκίνητης διαδικασίας είναι κατά κανόνα πολύπλοκη. Πολλές προσεγγίσεις υπάρχουν σε αυτό το πρόβλημα και η κάθε μία από αυτές διαφέρει στην μαθηματική της λεπτομέρεια και την υλοποίησή της με λογισμικό (software) στις συσκευές διαφόρων κατασκευαστών. Ο ναυτιλόμενος δεν είναι απαραίτητο να εμβραθύνει σε αυτό το αντικείμενο, αλλά μάλλον να κατανοήσει το πώς η αυτόματη αυτή διαδικασία παρακολουθήσεως ενός στόχου, συσχετίζεται με την παραδοσιακή υποτύπωση.

Για την επεξεργασία από την συσκευή, τα στοιχεία πρέπει να κωδικοποιηθούν σε ψηφιακή μορφή. Έτσι οι πληροφορίες ραντάρ αποθηκεύονται σάρωση προς σάρωση στην μνήμη. Η παρουσία επιστροφών σε μία συγκεκριμένη σάρωση καταχωρείται ως ψηφιακό '1' στο αντίστοιχο σημαντικό ψηφίο (bit) αποστάσεως της λέξεως, η οποία αφορά την συγκεκριμένη σάρωση ενώ κάθε ψηφιακή λέξη αποστάσεως (range word) φέρει επί πλέον ψηφία (bits) διοπτύσεως της συγκεκριμένης σαρώσεως όπως επεξηγήθηκε στο κεφάλαιο 1.

Χρησιμοποιούνται τεχνικές για την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας αφενός να εκληφθούν ψευδοηχώ ως στόχοι και αφετέρου να εκληφθούν ως θόρυβοι, ασθενείς και διακοπτόμενες ηχώ. Οι στόχοι οι οποίοι τελικά αξιολογούνται ως αληθείς, επιλέγονται προς παρακολούθηση είτε αυτόματα, είτε με υπόδειξη χειριστή, οπότε μία πύλη τοποθετείται σε καθέναν από αυτούς.

Σε κάθε περιστροφή της κεραίας από ένα στόχο, η παρουσία του δηλώνεται με ψηφιακό '1' πιθανώς σε περισσότερα από ένα ψηφία αποστάσεως και σε περισσότερες από μία σαρώσεις ανάλογα με το μέγεθος του στόχου και το γωνιακό άνοιγμα του λοβού της κεραίας. Είναι φανερό ότι δεν είναι απαραίτητο να παρακολουθείται η κάθε επί μέρους επιστροφή, δηλαδή κάθε παραπλήσιο ψηφίο '1' το οποίο αφορά τον ίδιο στόχο. Για τον λόγο αυτό, πραγματοποιείται επεξεργασία ώστε ο κάθε στόχος να παρακολουθείται σε μία μόνο θέση, εκείνη του κέντρου βάρους της ηχώ του. Κατά την παρακολούθηση του στόχου, ο επεξεργαστής προσπαθεί να τοποθετήσει σταδιακά το κέντρο της πύλης, στο κέντρο βάρους της ηχώ.

Οι συντεταγμένες της πύλης καταχωρούνται επίσης σε ένα ψηφιακό αρχείο καλούμενο 'track file'. Για κάθε παρακολουθούμενο στόχο δημιουργείται ένα τέτοιο αρχείο. Έτσι σε κάθε περιστροφή της κεραίας καθώς η πύλη κινείται βηματιστικά ακολουθώντας το κέντρο βάρους της ηχώ, οι διαδοχικές θέσεις της καταχωρούνται στο αρχείο. Ο επεξεργαστής επεξεργάζεται αυτές τις αποθηκευμένες θέσεις για να εκτιμήσει την πλέον πιθανή τροχιά του στόχου.

Για ένα στόχο σε ευθύγραμμη τροχιά, η μεταβολή της διοπτύσεως και αποστάσεως δεν είναι ομαλή και επομένως η παρακολούθηση των συντεταγμένων του στόχου σε αυτή τη μορφή δεν εξυπηρετεί. Προς τούτο οι συντεταγμένες μετατρέπονται σε καρτεσιανές (χ, ψ) όπως επεξηγήθηκε με την λειτουργία scan conversion στο κεφάλαιο 1.

Κατά την υποτύπωση σε αβάκιο χειρισμών, μικρά σφάλματα είναι αναπόφευκτα έτσι ώστε, ακόμη και εάν ο στόχος κινείται σε ευθύγραμμη τροχιά, οι υποτυπωμένες θέσεις του δεν κείνται απόλυτα επί ευθείας γραμμής, αλλά διασπείρονται γύρω από το πραγματικό του ίχνος. Ο χειριστής τότε φέρει την ευθεία γραμμή η οποία προσεγγίζει περισσότερο τα υποτυπωμένα σημεία. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στην αυτόματη υποτύπωση. Να ληφθεί υπόψη ότι τα σφάλματα μεγεθύνονται περισσότερο λόγω της ψηφιακής κωδικοποίησης. Με την ψηφιακή κωδικοποίηση παρέχονται πάντοτε διακριτές τιμές, οι οποίες είναι ακέραια πολλαπλάσια της μικρότερης τιμής την οποία αντιπροσωπεύει το ελάχιστο σημαντικό ψηφίο. Ο επεξεργαστής μετά από κάθε μέτρηση εκτελεί μία απαραίτητη διόρθωση στην μέτρηση αυτή, ώστε η συγκεκριμένη θέση να προσεγγίζει το πραγματικό ίχνος. Αυτή η λειτουργία καλείται εξομάλυνση (smoothing) και στηρίζεται στην εφαρμογή πολύ σύνθετης μαθηματικής θεωρίας, συγκεκριμένα της θεωρίας των φίλτρων παρακολουθήσεως (tracking filters), η λεπτομέρεια της οποίας ξεφεύγει του σκοπού του παρόντος.

Όταν ένας στόχος εγκλωβίζεται, ο επεξεργαστής του συστήματος αρχίζει να αποθηκεύει μετρήσεις συντεταγμένων σε κάθε περιστροφή της κεραίας (δηλαδή περίπου κάθε 3-5 sec). Αυτές οι θέσεις έχουν μία μεγάλη διασπορά στην αρχή και η υπολογιζόμενη τροχιά είναι πολύ ευαίσθητη σε αλλαγές προς σημεία τα οποία ευρίσκονται κάπως εκτός. Πάντως καθώς συνεχίζεται η υποτύπωση περισσότερων θέσεων, η τροχιά σταθεροποιείται και η ακρίβεια βελτιώνεται.

Κατά την διάρκεια του πρώτου λεπτού παρακολουθήσεως, στην οθόνη εμφανίζεται κατά κανόνα μόνο ένα συνθετικό σύμβολο το οποίο δηλώνει ότι ο στόχος απλά παρακολουθείται. Στα περισσότερα συστήματα το άνυσμα στόχου ή κάθε άλλη γραφική ένδειξη κινήσεως του στόχου, δεν εμφανίζεται μέχρι να ληφθεί ικανός αριθμός μετρήσεων, ώστε να εξαχθεί η περίπου ένδειξη της κινήσεως του στόχου με την ακρίβεια πρώτου επιπέδου η οποία επιβάλλεται από τις προδιαγραφές. Μερικά συστήματα σχεδιάζονται να εμφανίζουν το

άνυσμα μέσα στα πρώτα δευτερόλεπτα από την έναρξη της παρακολούθησεως. Αυτό δεν πρέπει να εκλαμβάνεται ως ένδειξη ικανοποιητικής ακρίβειας. Η ακρίβεια απαιτεί έναν ικανό αριθμό διαδοχικών παρατηρήσεων και πριν περάσει ένα λεπτό, δεν υφίσταται απαίτηση ικανοποίησης των σχετικών προδιαγραφών ακρίβειας. Κάθε στοιχείο υπολογισμού εμφανιζόμενο επί τη βάση των πολύ ολίγων αρχικών παρατηρήσεων είναι κατά κανόνα εσφαλμένο. Το ίδιο εσφαλμένη είναι και η σχετική γραφική απεικόνιση. Σε γενικές γραμμές, όταν εμφανίζονται ασταθείς ενδείξεις, ο χειριστής πρέπει να υποθέσει ότι βασίζονται σε ανεπαρκείς παρατηρήσεις. Μετά από ένα λεπτό, περίπου 12-20 παρατηρήσεις έχουν υποστεί επεξεργασία (εξομάλυνση) και έχουν εξαχθεί στοιχεία κινήσεως του στόχου με την προβλεπόμενη ανοχή πρώτου επιπέδου ακρίβειας σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Εφόσον ο στόχος συνεχίζει να εντοπίζεται στις προβλεπόμενες θέσεις από την διαδικασία 'rate aiding' και για τα επόμενα δύο (2) min, σημαίνει ότι μέσα στο συνολικό χρονικό διάστημα των τριών (3) min περίπου 36-60 παρατηρήσεις έχουν υποστεί επεξεργασία και έχουν εξαχθεί τα στοιχεία κινήσεως στόχου με την προβλεπόμενη ανοχή δεύτερου επιπέδου ακριβείας σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Από εκεί και μετά, για κάθε νέα μέτρηση, η παλαιότερη απορρίπτεται.

Στην περίπτωση κατά την οποία ο στόχος σε μία συγκεκριμένη μέτρηση δεν ευρεθεί στην προβλεπόμενη θέση από την διαδικασία 'rate aiding', μία πιθανή εξήγηση είναι ότι άλλαξε κινηματικά στοιχεία. Η πύλη παρακολούθησεως μεγεθύνεται και εφόσον ο στόχος εντοπιστεί, η παρακολούθηση συνεχίζεται. Εάν η απόκλιση από την σταθεροποιημένη τροχιά η οποία προκύπτει μετά από μετρήσεις τριών (3) min δεν είναι σημαντική, ο επεξεργαστής υποθέτει ότι ο στόχος δεν έχει αλλάξει τροχιά ή άλλως ότι πρόκειται για συνήθη διακύμανση μετρήσεως. Αντίθετα εάν η απόκλιση είναι σημαντική, ο επεξεργαστής υποθέτει ότι ο στόχος άλλαξε τροχιά και ξεκινά νέα υποτύπωση οπότε, σε χρονικό διάστημα ενός (1) min έχει επιτευχθεί ακρίβεια πρώτου επιπέδου στα νέα υπολογιζόμενα στοιχεία και ακρίβεια δεύτερου επιπέδου στα τρία (3) min.

Στην πράξη οι κατασκευαστές έχουν καταφέρει να επιτύχουν τις ανοχές ακριβείας σε χρόνους μικρότερους από τους προσδιοριζόμενους στις προδιαγραφές.

## 6.4 Ιστορικό κινήσεως ιχνών

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα ακόλουθα για το ιστορικό κινήσεως ιχνών.

*Η συσκευή ARPA πρέπει να διαθέτει την δυνατότητα να παρουσιάζει όταν ζητηθεί, τουλάχιστον τέσσερις (4) πρότερες θέσεις των παρακολουθούμενων στόχων, ισαπέχουσες χρονικά και ανάλογα με την εν χρήση κλίμακα.*

Οι πρότερες θέσεις εμφανίζονται ως στίγματα ή πολύ μικροί κύκλοι. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει στον χειριστή να ελέγξει εάν ένας στόχος έχει αλλάξει τροχιά στο πρόσφατο πρότερο χρονικό διάστημα και γενικά να κατανοήσει τον λόγο για τον οποίο ο στόχος εκτελεί τον συγκεκριμένο χειρισμό. Χειρισμοί εκ μέρους των στόχων για αποφυγή συγκρούσεων ή για αποφυγή ναυτιλιακών κινδύνων επιβεβαιώνονται κάλλιστα από το ιστορικό.

Χωρίς αμφιβολία, η φύση των χειρισμών εκ μέρους του στόχου γίνεται κατανοητή μόνο με την παρουσίαση 'αληθούς ιστορικού' (true history) διότι μόνο με αυτόν τον τρόπο οι χειρισμοί του στόχου είναι άμεσα προφανείς. Η νοητή καμπύλη η οποία διέρχεται από τις πρότερες θέσεις του στόχου φανερώνει μία αλλαγή πορείας του, ενώ η διαφοροποίηση στο μεταξύ τους διάστημα δηλώνει αλλαγή στην ταχύτητά του.

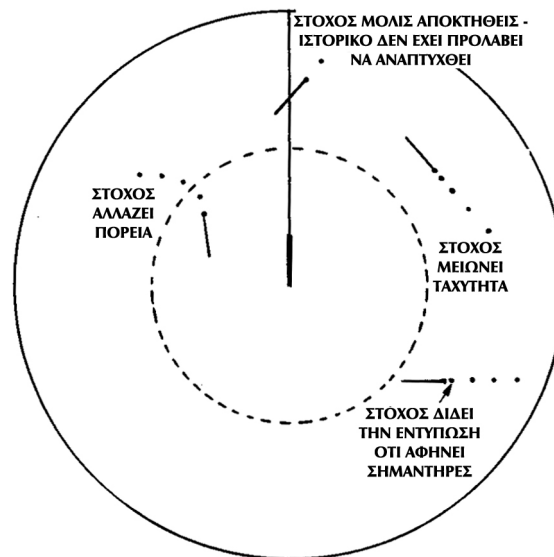
Σχετικό ιστορικό κινήσεως ιχνών, συνήθως δεν παρέχεται, αλλά σε όποια συστήματα είναι διαθέσιμο, πρέπει να κατανοηθεί ότι κάθε αλλαγή στην διεύθυνση των προτέρων θέσεων ή στο μεταξύ τους διάστημα προκαλείται από την συνδυασμένη κίνηση του πλοίου και του στόχου. Είναι επομένως απαραίτητο να κατανοηθεί η κινηματική συμπεριφορά του στόχου και προς τούτο το σχετικό ιστορικό – όπου είναι διαθέσιμο – πρέπει να χρησιμοποιείται με μεγάλη προσοχή.

Τα στίγματα του ιστορικού κινήσεως ιχνών δίνουν την εντύπωση σημαντήρων τους οποίους απορρίπτει ο παρακολουθούμενος στόχος ανά ίσα χρονικά διαστήματα. Μόνο για παρακολουθούμενους στόχους είναι δυνατόν να ζητηθεί ιστορικό. Ακόμη, ο αριθμός των εμφανιζόμενων στιγμάτων σε ένα στόχο εξαρτάται από το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο στόχος αυτός παρακολουθείται. Ένας στόχος ο οποίος παρακολουθείται για δύο min εμφανίζει ιστορικό δύο μόνο min και έτσι πιθανώς μόνο ένα στίγμα εμφανίζεται, ενώ τα υπόλοιπα εμφανίζονται καθώς συνεχίζεται η παρακολούθηση.

Σε μερικά συστήματα, τα στίγματα αναλάμπουν διαδοχικά, ενώ σε άλλα η λαμπρότητα των στιγμάτων εξασθενεί όσο απομακρύνονται από τον παρακολουθούμενο στόχο. Το τέταρτο στίγμα πάντοτε απορρίπτεται όταν ένα νέο εμφανίζεται στην παρούσα θέση του στόχου.

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών, στις περισσότερες συσκευές το χρονικό διάστημα μεταξύ των στιγμάτων μεταβάλλεται αυτόματα με την αλλαγή κλίμακας κατά τρόπον ώστε μικρό χρονικό διάστημα να επιλέγεται στις μικρές κλίμακες και μεγάλο χρονικό διάστημα στις μεγάλες. Ο λόγος είναι ότι στις μικρές κλίμακες μεγάλο χρονικό διάστημα μεταξύ των στιγμάτων μεταθέτει τα στίγματα των προτέρων θέσεων εκτός οθόνης. Ως αποτέλεσμα είναι χειρισμοί στόχων να αποκρύπτονται. Σε μερικές συσκευές το χρονικό διάστημα μεταξύ των στιγμάτων επιλέγεται από τον χειριστή με διακόπτη.

Επειδή υπάρχουν πολλές διαφοροποιήσεις στην εμφάνιση του ιστορικού κινήσεως ιχνών στις συσκευές διαφόρων κατασκευαστών, εφιστάται η προσοχή, κατά την χρήση αυτής της δυνατότητας, στην διερμηνευση των όσων εμφανίζονται στον ενδείκτη. Ιδιαίτερως έχει σημασία να διαπιστωθεί εάν εμφανίζεται αληθές ή σχετικό ιστορικό, καθώς και ποιο χρονικό διάστημα μεταξύ στιγμάτων είναι εν χρήση. Το σχήμα 6-9, παρουσιάζει ορισμένες περιπτώσεις ιστορικού παρακολουθούμενων στόχων.



Σχήμα 6-9: Ιστορικό κινήσεως ιχνών

## 6.5 Ανύσματα

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής για τα ανύσματα στόχων:

*Η κινηματική συμπεριφορά των παρακολουθούμενων στόχων από την συσκευή ARPA, θα πρέπει να εμφανίζεται σε μορφή ανύσματος ή σε κάποια άλλη γραφική απεικόνιση μαζί με λοιπά σχετικά σύμβολα. Η γραφική απεικόνιση θα φανερώσει την προβλεπόμενη κίνηση του στόχου. Προς τούτο:*

*.1 μια συσκευή ARPA η οποία εμφανίζει την προβλεπόμενη κίνηση του στόχου μόνο σε μορφή ανύσματος, θα πρέπει να διαθέτει την δυνατότητα εμφάνισης αμφοτέρων αληθών και σχετικών ανυσμάτων. Θα πρέπει να υπάρχει ένδειξη του τρόπου εμφάνισης των ανυσμάτων και εάν εμφανίζονται αληθή ανύσματα, θα πρέπει να εμφανίζεται η ένδειξη σταθεροποίησης της εικόνας στον ενδείκτη ως προς το νερό ή ως προς τον βυθό (sea or ground stabilized);*

*.2 μία συσκευή ARPA, ικανή να παρουσιάζει την κινηματική συμπεριφορά των παρακολουθούμενων στόχων σε γραφική μορφή, θα πρέπει επίσης με επιλογή να εμφανίζει αληθή ή σχετικά ανύσματα;*

*.3 τα εμφανιζόμενα ανύσματα πρέπει να προσαρμόζονται σε μήκος συναρτήσεως του χρόνου;*

.4 μία σαφής ένδειξη του χρόνου ο οποίος είναι συνυφασμένος με τα μήκη των ανυσμάτων πρέπει να εμφανίζεται.

.5 εάν στόχοι ξηράς χρησιμοποιούνται ως στόχοι αναφοράς για σταθεροποίηση της εικόνας ως προς τον βυθό πρέπει να εμφανίζονται με ιδιαίτερο σύμβολο. Σε αυτήν την κατάσταση σχετικά ανύσματα στόχων συμπεριλαμβανομένου και του στόχου αναφοράς πρέπει να εμφανίζονται εάν ζητηθεί.

Από την υποπαράγραφο (.2) συνάγεται ότι ανύσματα πρέπει οπωσδήποτε να εμφανίζονται ανεξάρτητα από την διαθεσιμότητα άλλων γραφικών παραστάσεων οι οποίες βοηθούν στην αποφυγή συγκρούσεως, όπως επικίνδυνες περιοχές προσεγγίσεως (predicted areas of danger (PAD s)) ή πιθανά σημεία συγκρούσεως (possible points of collision (PPC s)). Για τις δυνατότητες PAD και PPC γίνεται λόγος στο παρόν κεφάλαιο.

Τα ανύσματα πρέπει να εμφανίζουν την διεύθυνση και τον ρυθμό μεταβολής αποστάσεως κατά την σχετική κίνηση των στόχων (relative vectors), ή, την διεύθυνση και τον ρυθμό μεταβολής αποστάσεως κατά την αληθή κίνηση των στόχων (true vectors). Η διεύθυνση και ο ρυθμός μεταβολής αποστάσεως για ένα αληθές άνυσμα, επαληθεύονται μόνον όταν ο παρακολουθούμενος στόχος διατηρήσει την πορεία και ταχύτητά του. Στην περίπτωση του σχετικού ανύσματος για την επαλήθευση των στοιχείων, πρέπει επί πλέον και το πλοίο να διατηρήσει την πορεία και ταχύτητά του.

Σε όλες τις περιπτώσεις το εμφανιζόμενο μήκος του ανύσματος ρυθμίζεται με επιλογή χρόνου από ένα διακόπτη ο οποίος επιγράφεται 'VECTOR LENGTH' ή 'VECTOR TIME'. Μεγάλες τιμές χρόνου σε μικρές κλίμακες δυνατόν να προκαλέσουν μεγάλα μήκη ανυσμάτων εκτεινόμενα εκτός οθόνης. Σε μερικές συσκευές υπάρχει μόνιμη ρύθμιση χρόνου για τα μήκη των ανυσμάτων σε κάθε κλίμακα, για παράδειγμα 3 min για την κλίμακα των 6 nm, 6 min για την κλίμακα των 12 nm κοκ.

Ανύσματα σχετικά ή αληθή δυνατόν να εμφανίζονται ανεξάρτητα επιλογής αληθούς ή σχετικής κινήσεως, για παράδειγμα αληθή ανύσματα δυνατόν να εμφανίζονται κατά την επιλογή σχετικής κινήσεως ή σχετικά ανύσματα κατά την επιλογή αληθούς κινήσεως. Το γεγονός αυτό προκαλεί σύγχυση στην διερμηνευση της εικόνας. Ορισμένοι κατασκευαστές επιτρέπουν αληθή ανύσματα να εμφανίζονται μόνο με την επιλογή αληθούς κινήσεως και σχετικά ανύσματα μόνο με την επιλογή σχετικής κινήσεως. Ωστόσο με την ενεργοποίηση διακόπτη επαναφοράς, δυνατόν να πραγματοποιείται η εναλλακτική επιλογή ανυσμάτων μόνο στιγμιαία.

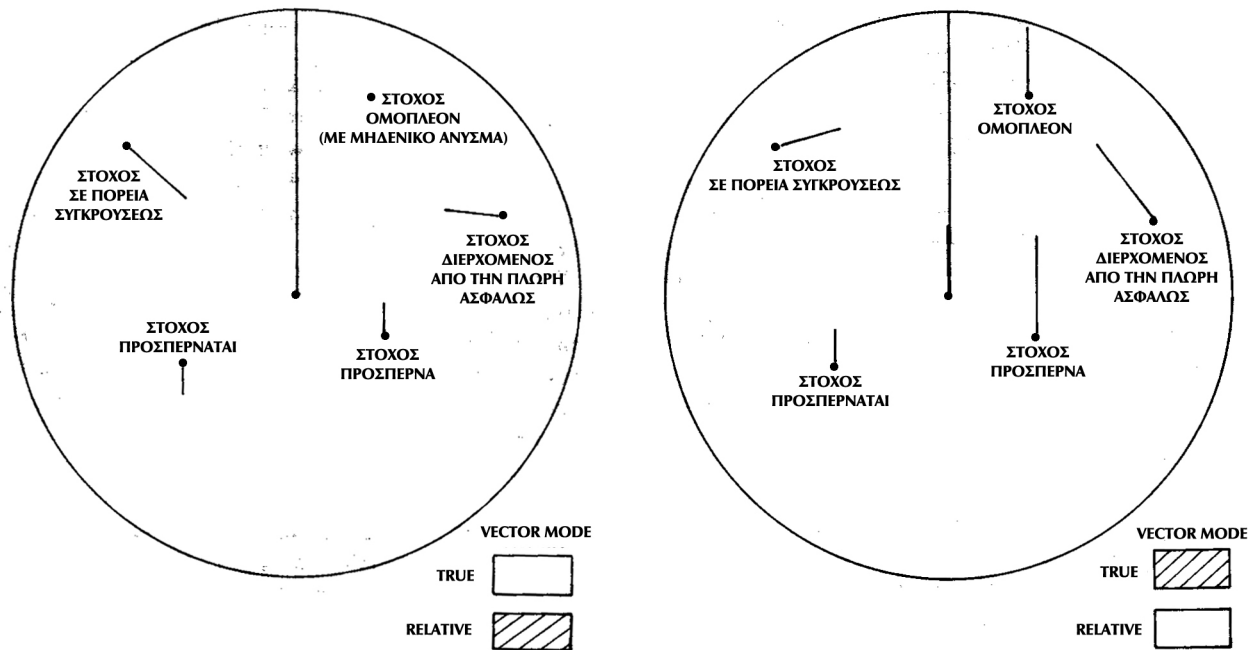
### 6.5.1 Σχετικά ανύσματα

Τα σχετικά ανύσματα εμφανίζουν την σχετική κίνηση των στόχων και επομένως με απλή παρατήρηση είναι δυνατόν να εκτιμηθεί ποιος ή ποιοι από τους παρακολουθούμενους στόχους προσεγγίζουν επικίνδυνα. Με τον διακόπτη 'VECTOR LENGTH' ή 'VECTOR TIME', το σχετικό άνυσμα δύναται να προεκταθεί, ώστε το άκρο του ανύσματος να συμπέσει με το σημείο της εγγύτερας αποστάσεως διελεύσεως. Έτσι, είναι δυνατόν να εκτιμηθεί το CPA του στόχου με απλή παρατήρηση και με την βοήθεια των διακριβωτικών κύκλων αποστάσεως. Το TCPA απευθείας αναγιγνώσκεται από τον χρόνο ο οποίος έχει τοποθετηθεί στον διακόπτη 'VECTOR LENGTH' ή 'VECTOR TIME'.

### 6.5.2 Αληθή ανύσματα

Τα αληθή ανύσματα εμφανίζουν την αληθή κίνηση των στόχων. Το πλοίο εμφανίζει επίσης ένα αληθές άνυσμα, συνήθως με διαφορετικό χρώμα. Μία επικίνδυνη προσέγγιση με παρακολουθούμενο στόχο είναι δυνατόν να διαγνωστεί εγκαίρως δια προεκτάσεως των αληθών ανυσμάτων βηματιστικά με τον διακόπτη 'VECTOR LENGTH' ή 'VECTOR TIME'. Έτσι είναι δυνατόν να κατανοηθεί η γεωμετρία της εμπλοκής, δηλαδή τι όψη παρουσιάζει ο στόχος και τι όψη παρουσιάζει το πλοίο στον στόχο, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο εξελίσσεται η προσέγγιση σε μελλοντικές χρονικές στιγμές.

Πολλοί χειριστές αρέσκονται σε αυτήν την τεχνική η οποία διαθέτει δυναμικά χαρακτηριστικά, αλλά πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι πληροφορίες για την εγγύτερη απόσταση διελεύσεως δεν είναι διαθέσιμες παρά μόνο με δοκιμαστικές επιλογές χρόνου στον διακόπτη 'VECTOR LENGTH' ή 'VECTOR TIME' μέχρι τα άκρα των ανυσμάτων πλοίου και στόχου να ευρεθούν στην εγγύτερη απόσταση. Σημειώνεται ότι το σημείο CPA δεν είναι το σημείο τομής των ανυσμάτων πλοίου και στόχου πλην της περιπτώσεως μηδενικού CPA (κατάσταση συγκρούσεως). Το σχήμα 6-10 παρουσιάζει τα σχετικά και αληθή ανύσματα μερικών παρακολουθούμενων στόχων.



(α) Σχετικά

(β) Αληθή

Σχήμα 6-10: Ανύσματα

## 6.6 Δοκιμαστικός χειρισμός αποφυγής συγκρούσεως (trial manoeuvre)

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής ως προς την υποστήριξη δυνατότητας δοκιμαστικού χειρισμού:

*Η συσκευή ARPA θα πρέπει να έχει την δυνατότητα προσομοίωσης του αποτελέσματος ενός συγκεκριμένου χειρισμού του πλοίου σε όλους τους παρακολουθούμενους στόχους (trial manoeuvre). Ο χειρισμός δυνατόν να εκτελείται άμεσα ή μετά από προσδιορισμένο χρόνο. Η προσομοίωση δεν θα πρέπει να επηρεάζει την κανονική παρακολούθηση του στόχου και την ανανέωση των υπό μορφή κειμένου πραγματικών στοιχείων του στόχου στον ενδείκτη. Η κατάσταση προσομοίωσης θα εμφανίζεται με ένα ξεχωριστό σύμβολο στον ενδείκτη.*

Με την διαθεσιμότητα του επεξεργαστή, είναι δυνατή η πρόβλεψη του αποτελέσματος ενός συγκεκριμένου χειρισμού αποφυγής, πριν εκτελεστεί ο χειρισμός αυτός. Ο χειριστής εισαγάγει στο σύστημα μία προτεινόμενη πορεία ή και ταχύτητα πλοίου και παρατηρεί το αποτέλεσμα στα σχετικά ή και στα αληθή ανύσματα καθώς και στα υπό μορφή κειμένου στοιχεία τα οποία επαληθεύονται εάν ο δοκιμαστικός χειρισμός πραγματοποιηθεί.

Οι προδιαγραφές δεν δίδουν λεπτομερείς κατευθύνσεις για την υλοποίηση της προσομοίωσης δοκιμαστικού χειρισμού. Προς τούτο, οι διάφοροι κατασκευαστές ερμηνεύουν και υλοποιούν ποικιλοτρόπως την προσομοίωση.

Η συσκευή επιλύει το σχετικό αβάκιο όπως επεξηγήθηκε στο κεφάλαιο 3. Σε ορισμένες συσκευές ο δοκιμαστικός χειρισμός θεωρείται ότι εκτελείται στιγμιαία, ενώ σε άλλες είναι δυνατόν να προσδιοριστεί μία χρονική καθυστέρηση. Είναι δυνατόν επίσης σε ορισμένες συσκευές να εισαχθούν τα στοιχεία ελιγμών του πλοίου (κύκλος στροφής κοκ) ώστε να ληφθούν και αυτά υπόψη στην προσομοίωση για μεγαλύτερη ακρίβεια. Παρά ταύτα ο χειριστής πρέπει να έχει υπόψη του τις ανοχές των σφαλμάτων της συσκευής και να μη εφησυχάζει παρά μόνο με ικανά περιθώρια αποστάσεων διελεύσεως για μεγαλύτερη ασφάλεια.

Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές δυνατόν να επιτρέπεται στον χειριστή να εισαγάγει δύο προτεινόμενους δοκιμαστικούς χειρισμούς. Σε όσες συσκευές αυτή η δυνατότητα είναι διαθέσιμη, προτείνεται ο πρώτος χειρισμός να είναι για την αποφυγή συγκρούσεως και ο δεύτερος για την επαναφορά στην προηγούμενη πορεία (βλέπε παράδειγμα 4<sup>ο</sup> κεφαλαίου 3).

Το σχήμα 6-11 παρουσιάζει ένα τυπικό trial menu με δύο προτεινόμενους δοκιμαστικούς χειρισμούς και πρόβλεψη εισαγωγής ελικτικών στοιχείων πλοίου.

TRIAL MENU									
DISPLAY TRACK	RATE OF TURN		-	015.0	+	DEG / MIN			
	TURN RADIUS		-	1.5	+	N MILES			
	SPEED RATE		-	5.0	+	KTS / MIN			
ACTIVE	-	TIME	+	<	COURSE	>	<	SPEED	>
M	1	00:05,0			145,0			17,0	
A									
N	2	00:10,0			180,0			20,0	

Σχήμα 6-11: Τυπικό trial menu

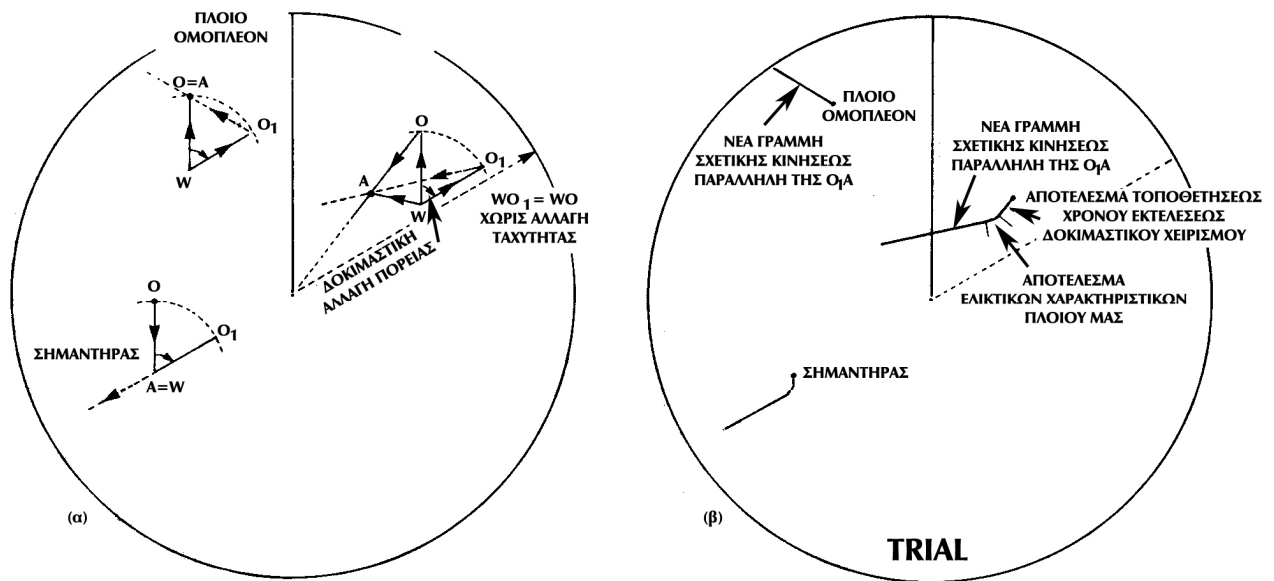
Η δυνατότητα του δοκιμαστικού χειρισμού (trial maneuver), βοηθά τον χειριστή να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα ενός χειρισμού αποφυγής πριν ο χειρισμός εκτελεστεί. Με την επιλογή σχετικών ανυσμάτων, η προσομοίωση παρέχει την ένδειξη της εγγυτέρας αποστάσεως διελεύσεως από όλους τους στόχους, η οποία προκύπτει όταν εκτελεστεί ο προτεινόμενος χειρισμός. Είναι δυνατόν να τροποποιούνται τα δεδομένα του προτεινόμενου χειρισμού, ενώ στον ενδείκτη παρατηρείται το αποτέλεσμα στην εγγύτερη απόσταση διελεύσεως. Με την επιλογή αληθών ανυσμάτων η προσομοίωση παρουσιάζει πως θα εξελιχθεί η γεωμετρία της εμπλοκής με όλους τους παρακολουθούμενους στόχους όταν εκτελεστεί ο προτεινόμενος χειρισμός.

Για να μη υπάρχει σύγχυση μεταξύ των υπολογιζόμενων στοιχείων της προσομοιώσεως και των στοιχείων τα οποία αφορούν την παρούσα κατάσταση, στην οθόνη εμφανίζεται ένα ευδιάκριτο σύμβολο όπως 'T' από την λέξη 'trial'. Το σχήμα 6-11 παρουσιάζει την γραφική επίλυση δοκιμαστικού χειρισμού και το αποτέλεσμα στον ενδείκτη με επιλογή σχετικών ανυσμάτων.

Τα ακόλουθα σημεία απαιτούν προσοχή κατά την διαδικασία δοκιμαστικού χειρισμού:

- Η δυνατότητα δοκιμαστικού χειρισμού επιτρέπει με μεγάλη ευκολία στον ναυτιλόμενο να εκτιμήσει την πορεία την οποία πρέπει να λάβει το πλοίο, για διέλευση από έναν παρακολουθούμενο στόχο σε ασφαλή απόσταση. Σε πολλές περιπτώσεις, με την προσομοίωση, ο χειριστής βεβαιώνεται ότι η ασφαλής απόσταση διελεύσεως εξασφαλίζεται με μικρή αλλαγή πορείας. Αυτό πρέπει οπωσδήποτε να αποφεύγεται διότι οι COLREGS επιβάλλουν ο χειρισμός αποφυγής να είναι έκδηλος και σαφής στο άλλο ή άλλα πλοία.
- Ναυτιλιακά εμπόδια ή άλλοι λόγοι είναι δυνατόν να υποχρεώνουν σε χειρισμούς τα άλλα πλοία. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη, διότι τότε τα αποτελέσματα της προσομοιώσεως δεν επαληθεύονται.





Σχήμα 6-12: Εμφάνιση προσομοιώσεως trial manoeuvre με επιλογή σχετικών ανυσμάτων  
(α) Επίλυση σε αβάκιο - (β) Παρουσίαση σε ενδείκτη ARPA

## 6.7 Ενδείκτης ARPA

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής όσον αφορά τον ενδείκτη:

### 6.7.1 Διαθεσιμότητα εικόνας ραντάρ στην περίπτωση βλάβης ARPA

Η σχεδίαση πρέπει να προβλέπει ότι οποιαδήποτε βλάβη στην συσκευή ARPA, δεν θα επηρεάζει την αρτιότητα της βασικής εικόνας ραντάρ, όπως προβλέπεται στις προδιαγραφές για τις ναυτιλιακές συσκευές ραντάρ.

Όταν εντοπίζεται βλάβη στην συσκευή ARPA, συνήθως ενεργοποιείται μία οπτική ή και ηχητική προειδοποίηση και οι λειτουργίες ARPA, απενεργοποιούνται, ενώ η εικόνα ραντάρ πρέπει να παραμένει ανέπαφη.

### 6.7.2 Κλίμακες

Οι δυνατότητες ARPA θα πρέπει να είναι διαθέσιμες τουλάχιστον στις κλίμακες 3, 6 και 12 nm και θα πρέπει να υπάρχει ένδειξη της χρησιμοποιούμενης κλίμακας.

Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές, οι δυνατότητες ARPA είναι διαθέσιμες σχεδόν σε όλες τις κλίμακες ή τουλάχιστον στις κλίμακες από 1,5 nm έως 24 nm συμπεριλαμβανομένης, υπερκαλύπτοντας τις προδιαγραφές.

### 6.7.3 Αληθής / σχετική κίνηση

Η συσκευή ARPA θα πρέπει να δύναται να λειτουργεί με ένδειξη σχετικής κινήσεως, συγχρόνως με σταθεροποίηση πυξίδας 'north up' και 'course up'. Προαιρετικά η συσκευή δύναται να λειτουργεί και με ένδειξη αληθούς κινήσεως. Στην περίπτωση κατά την οποία παρέχεται δυνατότητα αληθούς κινήσεως, ο χειριστής θα πρέπει να δύναται να επιλέξει σχετική ή αληθή κίνηση. Θα πρέπει να υπάρχει ένδειξη της επιλογής σχετικής ή αληθούς κινήσεως καθώς και του προσανατολισμού 'north up' ή 'course up'.

#### 6.7.4 Στοιχεία ARPA να μη αποκρύπτουν την εικόνα ραντάρ

*Οι πληροφορίες ARPA δεν πρέπει να αποκρύπτουν τους στόχους ραντάρ. Η εμφάνιση των πληροφοριών ARPA θα πραγματοποιείται υπό τον έλεγχο του χειριστή. Θα πρέπει να είναι δυνατή η απόρριψη αχρειαστων πληροφοριών ARPA ενός 3 sec.*

Στις παλαιότερες τεχνολογίας συσκευές εμφανίζονταν πληροφορίες υπό μορφή κειμένου ή και στιγμιαίες προειδοποιήσεις στην ίδια περιοχή της οθόνης με την εικόνα ραντάρ. Οι παρούσες προδιαγραφές δεν το επιτρέπουν αυτό.

#### 6.7.5 Ρύθμιση λαμπρότητας πληροφοριών ARPA

*Η λαμπρότητα των πληροφοριών ARPA πρέπει να ελέγχεται με ξεχωριστό διακόπτη ο οποίος πρέπει να επιτρέπει ακόμη και την πλήρη απόκρυψη των πληροφοριών ARPA.*

Ο έλεγχος της λαμπρότητας των πληροφοριών ARPA επιτρέπει στον χειριστή να διαχωρίσει τις πληροφορίες ραντάρ από εκείνες της συσκευής ARPA. Πολλές φορές ο ενδείκτης φορτίζεται υπερβολικά από video ραντάρ και συνθετικό video ARPA (ανύσματα κοκ). Ορισμένοι κατασκευαστές διαθέτουν έναν διακόπτη με την επιγραφή 'RADAR ONLY' ώστε οι συνθετικές πληροφορίες να αποκρύπτονται εάν ο χειριστής το θελήσει. Η δυνατότητα αυτή είναι εξαιρετικά χρήσιμη όταν πραγματοποιείται έρευνα για μικρούς στόχους σε περιβάλλον ανεπιθύμητων επιστροφών. Εννοείται ότι οι πληροφορίες ARPA όταν αποκρύπτονται παραμένουν άμεσα διαθέσιμες διότι δεν απορρίπτονται, ούτε η συσκευή παύει να επεξεργάζεται και να υπολογίζει στοιχεία.

#### 6.7.6 Δυνατότητα προσβάσεως στον ενδείκτη

*Για την παρουσίαση των πληροφοριών ARPA θα πρέπει ο ενδείκτης να είναι πλήρως ορατός σε περισσότερους από έναν παρατηρητή σε συνθήκες συνθήκες φωτισμού οι οποίες απαντώνται σε μία γέφυρα πλοίου την ημέρα ή την νύκτα. Σκίαση δυνατόν να υπάρχει για προστασία από τον ήλιο αλλά όχι σε βαθμό παρεμποδίζοντα την ικανότητα του χειριστή να διατηρεί επαρκή επιτήρηση. Δυνατότητες για ρύθμιση της λαμπρότητας πρέπει να διατίθενται.*

Η καινοτομία την οποία προσκόμισε ο συνθετικός ενδείκτης PPI να καθίσταται περισσότερο ορατός από τον παραδοσιακό ενδείκτη πραγματικού χρόνου σε συνθήκες φωτισμού ημέρας, επέτρεψε σε κάποιο βαθμό την συμμόρφωση με την παραπάνω απαίτηση. Η καθιέρωση του ενδείκτη τύπου raster-scan υπερκάλυψε αυτήν την απαίτηση διότι ο συγκεκριμένος ενδείκτης δεν απαιτεί σκίαση.

#### 6.7.7 Χρήση marker για μετρήσεις διοπτύσεως και αποστάσεως

*Πρέπει να διατίθενται τα μέσα για την ταχεία μέτρηση διοπτύσεως και αποστάσεως ενός στόχου στον ενδείκτη ARPA.*

Προς συμμόρφωση με αυτή την απαίτηση, οι περισσότεροι κατασκευαστές εμφανίζουν στον ενδείκτη την διόπτυση και απόσταση του σημείου στο οποίο ευρίσκεται ο screen marker ελεγχόμενος από ένα joystick ή rolling ball. Με αυτόν τον τρόπο η διόπτυση και απόσταση ενός στόχου ευρίσκεται δια τοποθέτησεως του screen marker με το joystick ή το rolling ball επί της ηχώ του στόχου. Η ακρίβεια των μετρήσεων πρέπει να ελέγχεται με τους κύκλους διακριβώσεως και την γραμμή πλήρης, για την απόσταση και διόπτυση αντίστοιχα.

#### 6.7.8 Επιπτώσεις από την αλλαγή κλίμακας

*Μετά από κάθε αλλαγή σε άλλη κλίμακα στην οποία οι δυνατότητες ARPA είναι διαθέσιμες, ή μετά από επανεκκίνηση του ενδείκτη, οι πληροφορίες από την παρακολούθηση στόχων πρέπει να εμφανίζονται εντός χρονικού διαστήματος όχι μεγαλύτερου από τον χρόνο της μίας πλήρους περιστροφής κεραίας.*

Προς συμμόρφωση με αυτήν την απαίτηση, η συσκευή ARPA πρέπει να παρακολουθεί στόχους συνεχώς, ανεξάρτητα από την επιλογή κλίμακας. Ο χειριστής πρέπει να έχει προς τούτο υπόψη, ότι όταν επιλέγει μικρή κλίμακα - οπότε υποχρεωτικά επιλέγεται μικρής διάρκειας παλμός - οι παρακολουθούμενοι στόχοι σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις επιστρέφουν ασθενή ηχώ και ενδέχεται να διακοπεί η παρακολούθησή τους.

### 6.7.9 Εμφάνιση πληροφοριών σε μορφή κειμένου (alphanumeric data)

Τα ακόλουθα στοιχεία για κάθε παρακολουθούμενο στόχο κατ' επιλογή, πρέπει να εμφανίζονται άμεσα και συγχρόνως σε μορφή κειμένου εκτός της περιοχής της εικόνας ραντάρ:

- .1 παρούσα απόσταση στόχου;
- .2 παρούσα διόπτευση στόχου;
- .3 υπολογιζόμενη απόσταση στόχου στο εγγύτερο σημείο προσεγγίσεως (CPA);
- .4 υπολογιζόμενος χρόνος μέχρι το εγγύτερο σημείο προσεγγίσεως (TCPA)
- .5 υπολογιζόμενη αληθής πορεία στόχου; και
- .6 υπολογιζόμενη αληθής ταχύτητα στόχου.

Σε ορισμένες συσκευές στα παραπάνω στοιχεία συμπεριλαμβάνονται η απόσταση διελεύσεως από την πλήρη (bow cross range (BCR)) και ο χρόνος στον οποίο αυτό θα συμβεί (bow cross time (BCT)) αν και δεν είναι υποχρεωτικά. Η εμφάνιση των στοιχείων πραγματοποιείται σε μία ξεχωριστή περιοχή της οθόνης, η οποία εμφανίζει, για έναν ή και περισσότερους επιλεγμένους στόχους, όλα τα παραπάνω στοιχεία ή καθ' ομάδες των δύο ή περισσότερων.

Αν και το άνυσμα αποκρύπτεται κατά την διάρκεια του πρώτου λεπτού παρακολουθήσεως ενός στόχου, (για λόγους οι οποίοι ήδη επεξηγήθηκαν), ο χειριστής κατά κανόνα δύναται να επιλέξει να εμφανιστούν τα παραπάνω στοιχεία μορφής κειμένου για τον στόχο. Η δυνατότητα αυτή προσφέρει άμεση πρόσβαση στα στοιχεία της διοπτύσεως και αποστάσεως του στόχου, αλλά ο χειριστής πρέπει να έχει υπόψη, ότι τα λοιπά στοιχεία δεν είναι αξιόπιστα διότι βασίζονται σε πολύ ολίγες παρατηρήσεις και ως εκ τούτου παραπλανούν επικίνδυνα.

Όταν ενεργοποιηθεί η δυνατότητα δοκιμαστικού χειρισμού (trial manoeuvre), μερικά συστήματα εξακολουθούν να εμφανίζουν στα στοιχεία μορφής κειμένου τα πραγματικά στοιχεία, ενώ άλλα συστήματα εμφανίζουν τα στοιχεία της προσομοιώσεως. Από το εγχειρίδιο κατασκευαστή πρέπει να βεβαιωθεί επακριβώς ποια στοιχεία εμφανίζονται.

### 6.8 Προειδοποιήσεις και καταστάσεις κινδύνου

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής για τις υποχρεωτικές προειδοποιήσεις κινδύνου:

*Ο χειριστής πρέπει να δύναται να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει την ηχητική προειδοποίηση για τις καταστάσεις κινδύνου.*

Υποχρεωτικές καταστάσεις κινδύνου για τις οποίες η συσκευή πρέπει οπωσδήποτε να ενεργοποιεί ηχητική και οπτική προειδοποίηση είναι:

#### 6.8.1 Παραβίαση ζώνης επιτηρήσεως

*Η συσκευή ARPA πρέπει να έχει την δυνατότητα να προειδοποιεί με οπτικό και ακουστικό σήμα για κάθε ευδιάκριτο στόχο ο οποίος πλησιάζει μία κρίσιμη απόσταση ή εισέρχεται σε ζώνη επιτηρήσεως την οποία έχει οριοθετήσει ο χειριστής. Ο στόχος ο οποίος προκαλεί αυτήν την προειδοποίηση πρέπει εμφανώς να διακρίνεται στον ενδείκτη με σχετικό σύμβολο.*

Το σύμβολο του στόχου ο οποίος ενεργοποιεί την προειδοποίηση δυνατόν να αναβοσβύνει ή εναλλακτικά να εμφανίζεται με κάποιον άλλο τρόπο. Πρέπει να σημειωθεί ότι ένας στόχος ο οποίος εντοπίζεται σε μικρότερη απόσταση από την ζώνη επιτηρήσεως δεν ενεργοποιεί αυτήν την προειδοποίηση. Προς τούτο οι ζώνες επιτηρήσεως δεν πρέπει να θεωρούνται υποκατάστατα της ασφαλούς επιτηρήσεως αλλά ένα συμπληρωματικό εργαλείο. Κάθε ζώνη επιτηρήσεως δυνατόν να εκτείνεται σε 360°, κυρίως όταν το πλοίο

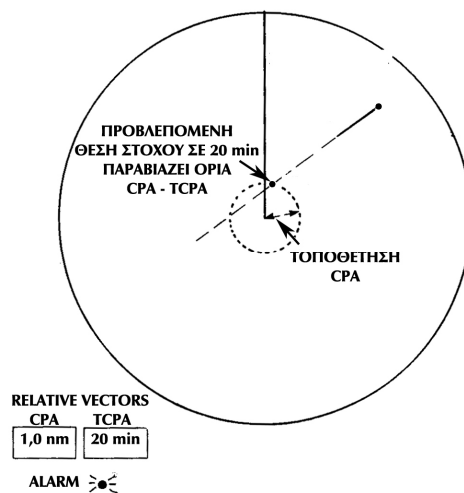
πλέει με μικρές ταχύτητες και ως εκ τούτου αναμένεται να το προσπερνούν άλλοι στόχοι ή να περιορίζεται σε ένα μικρότερο γωνιακό άνοιγμα, όταν πλέει με υψηλές ταχύτητες.

Η παραβίαση ζώνης επιτηρήσεως εκτός από την ενεργοποίηση της προειδοποίησης, προκαλεί την αυτόματη απόκτηση και παρακολούθηση του στόχου εφόσον η βάση δεδομένων δεν είναι πλήρης.

### 6.8.2 Παραβίαση CPA/TCPA

Η συσκευή ARPA θα πρέπει να έχει την δυνατότητα να προειδοποιεί με οπτικό και ακουστικό σήμα για κάθε στόχο του οποίου η εγγύτερα απόσταση διελεύσεως (CPA) και ο χρόνος (TCPA) στον οποίο αυτό θα συμβεί είναι μικρότερη ή μικρότερος αντίστοιχα από τις τοποθετημένες από τον χειριστή τιμές CPA και TCPA. Ο στόχος ο οποίος προκαλεί αυτήν την προειδοποίηση πρέπει εμφανώς να διακρίνεται στον ενδείκτη με σχετικό σύμβολο.

Είναι δυνατή η τοποθέτηση τιμών CPA και TCPA τις οποίες ο χειριστής θεωρεί κρίσιμες για μια τυχόν επικίνδυνη προσέγγιση παρακολουθούμενου στόχου. Ο στόχος ο οποίος παραβιάζει και τα δύο όρια των τιμών αυτών συγχρόνως, ενεργοποιεί αυτήν την προειδοποίηση. Για παράδειγμα έστω ότι οι τοποθετημένες κρίσιμες τιμές CPA και TCPA είναι 1,0 nm και 20 min αντίστοιχα. Ένας παρακολουθούμενος στόχος με CPA μικρότερο των 1,0 nm σε λιγότερο από 20 min, ενεργοποιεί αυτή την προειδοποίηση (σχήμα 6-13). Το συνθετικό σύμβολο του στόχου και το άνωσμά του είτε αναβοσβήνει, είτε αλλάζει με άλλο εμφανές σύμβολο πιθανώς διαφορετικού χρώματος.



Σχήμα 6-13: Παραβίαση CPA/TCPA

### 6.8.3 Απώλεια στόχου (lost target)

Η συσκευή ARPA θα πρέπει να εμφανίζει ευδιάκριτα εάν ένας μέχρι τώρα παρακολουθούμενος στόχος έχει πάψει να παρακολουθείται, εκτός από την περίπτωση απομακρύνσεώς του εκτός εμβέλειας ραντάρ και η τελευταία γνωστή θέση του πρέπει να είναι ευδιάκριτη στον ενδείκτη.

Ας υποθεθεί ότι ένας παρακολουθούμενος στόχος για κάποιον από πολλούς λόγους δεν δίδει ικανοποιητική ηχώ σε μία περιστροφή κεραίας. Λογικά η συσκευή μεγεθύνει την πύλη παρακολούθησης και εάν μεν ευρεθεί η ηχώ, η παρακολούθηση συνεχίζεται όπως και προηγούμενα, άλλως, σύμφωνα με τις προδιαγραφές η έρευνα εξακολουθεί για πέντε συνεχόμενες περιστροφές κεραίας. Εάν μετά από αυτή την έρευνα ο στόχος δεν εντοπίζεται, ενεργοποιείται η προειδοποίηση 'TARGET LOST' και η τελευταία γνωστή θέση του στόχου εμφανίζεται στην οθόνη. Η προειδοποίηση δυνατόν να συνοδεύεται και από ηχητικό σήμα.

### 6.8.4 Έλεγχοι λειτουργίας και σχετικές προειδοποιήσεις

Η συσκευή ARPA θα πρέπει να παρέχει κατάλληλες προειδοποιήσεις για τυχόν ανωμαλίες της, ώστε να δύναται ο χειριστής να παρακολουθεί την καλή της λειτουργία. Επί πλέον, διαγνωστικά προγράμματα πρέπει να υπάρχουν

έτσι ώστε η συνολική της απόδοση να δύναται να εκτιμηθεί περιοδικά επί τη βάση γνωστών καταστάσεων. Όταν ένα διαγνωστικό πρόγραμμα εκτελείται, στην οθόνη πρέπει να εμφανίζεται ξεχωριστή ένδειξη.

Όλες σχεδόν οι συσκευές ARPA, ενσωματώνουν ειδικά αυτοδιαγνωστικά προγράμματα τα οποία ελέγχουν την ορθή λειτουργία των διαφόρων κυκλωμάτων. Αυτός ο έλεγχος επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ή όταν ο χειριστής το θελήσει. Σε περίπτωση σφάλματος παρέχεται σχετική προειδοποίηση και σε μερικές συσκευές εμφανίζεται μήνυμα με την αιτία του σφάλματος ή μήνυμα το οποίο πληροφορεί τον χειριστή ποιο ηλεκτρονικό κύκλωμα έχει βλάβη.

Όσον αφορά τις ακρίβειες των υπολογισμών – όπως αναφέρθηκε προηγουμένως – οι προδιαγραφές προσδιορίζουν τις ανοχές πρώτου και δεύτερου επιπέδου για τέσσερα διακεκριμένα σενάρια εμπλοκής στόχων. Σε μερικές συσκευές διαγνωστικά προγράμματα ελέγχουν αυτές τις ανοχές δια παρακολούθησης υποθετικών στόχων όπως ορίζονται στα σενάρια των προδιαγραφών και συγκρίνοντας τα στοιχεία υπολογισμού με τις υπόψη ανοχές. Όλες οι συσκευές ARPA πρέπει να συμμορφώνονται με αυτές τις ανοχές ακρίβειας των υπολογισμών.

## 6.9 Διασυνδέσεις με άλλες συσκευές

Οι προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA αναφέρουν τα εξής όσον αφορά τις διασυνδέσεις της συσκευής ARPA με άλλες συσκευές:

*Η συσκευή ARPA δεν θα πρέπει να υποβαθμίζει την απόδοση της οποιαδήποτε συσκευής η οποία της παρέχει στοιχεία εισόδου (δρομόμετρο, γυροπυξίδα κοκ) και η διασύνδεση με οποιαδήποτε άλλη συσκευή η οποία λαμβάνει τα στοιχεία της συσκευής ARPA δεν πρέπει να υποβαθμίζει αυτήν την συσκευή. Αυτή η απαίτηση θα πρέπει να ικανοποιείται ανεξάρτητα εάν η συσκευή ARPA λειτουργεί ή όχι. Επί πλέον η συσκευή ARPA θα πρέπει συμμορφώνεται με αυτήν την απαίτηση υπό συνθήκες βλάβης σε όσο βαθμό αυτό είναι τεχνικά εφαρμόσιμο.*

## 6.10 Επιπρόσθετες δυνατότητες ARPA

### 6.10.1 Γενικά

Με την διαρκώς αυξανόμενη πρόοδο της τεχνολογίας, οι κατασκευαστές προσφέρουν επί πλέον δυνατότητες από εκείνες των προδιαγραφών IMO, πολλές από τις οποίες υπέδειξαν οι ναυτιλόμονοι ως χρήσιμες. Αναφέρονται εν συνεχεία ορισμένες εξ αυτών.

### 6.10.2 Επιπρόσθετες προειδοποιήσεις και καταστάσεις κινδύνου

Εκτός από τις προαναφερθείσες προειδοποιήσεις, οι κατασκευαστές σκέφτηκαν να υλοποιήσουν και ορισμένες άλλες επ' ωφελεία των χειριστών.

#### Απώλεια στοιχείων εισόδου

Μια από τις περιπτώσεις ενεργοποίησης προειδοποίησης είναι όταν για κάποιο λόγο, οι διασυνδεδεμένες συσκευές (πχ δρομόμετρο, γυροπυξίδα κοκ) παύσουν να παρέχουν στοιχεία στην συσκευή. Η προειδοποίηση σημαίνει ότι η συσκευή δεν δέχεται στοιχεία εισόδου. Να σημειωθεί ότι δεν εγείρεται προειδοποίηση για λανθασμένα στοιχεία εισόδου, δεδομένου ότι η συσκευή δεν έχει κανένα τρόπο να γνωρίζει κάτι τέτοιο. Για παράδειγμα η προειδοποίηση 'LOG ERROR' σημαίνει ότι η συσκευή δεν λαμβάνει στοιχεία εισόδου από το δρομόμετρο και όχι ότι τα λαμβανόμενα στοιχεία είναι λανθασμένα.

#### Αλλαγή κινηματικής συμπεριφοράς στόχου (track change)

Αυτή η προειδοποίηση πληροφορεί τον χειριστή για τυχόν αλλαγές στην κινηματική συμπεριφορά των στόχων. Οι στόχοι οι οποίοι ενεργοποιούν αυτήν την προειδοποίηση εμφανίζονται στον ενδείκτη με ειδικό σύμβολο. Η βεβαίωση αλλαγής κινηματικής συμπεριφοράς ενός στόχου είναι οπωσδήποτε κάπως αυθαίρετη διότι βασίζεται στο τι ορίζει κανείς σημαντική ή όχι αλλαγή στην κινηματική συμπεριφορά.

### **Φυλακή αγκύρας (anchor watch)**

Αυτή η ευκολία, επιτρέπει στον Αξιωματικό Φυλακής να αντιληφθεί εάν το πλοίο σύρει την άγκυρά του. Εάν ένας γνωστός ακίνητος στόχος (για παράδειγμα ένας σημαντήρας) παρακολουθείται από την συσκευή και έχει υποδειχθεί για την λειτουργία φυλακής αγκύρας, τότε ενεργοποιεί αυτή την προειδοποίηση, εάν απομακρυνθεί περισσότερο από μια δεδομένη απόσταση ασφαλείας. Τούτο σημαίνει ότι το πλοίο σύρει την άγκυρά του.

### **Βάση δεδομένων παρακολουθήσεως στόχων πλήρης (tracks full)**

Επειδή τίθεται ένα ανώτερο όριο στον αριθμό των παρακολουθούμενων στόχων, σε περιοχές με μεγάλη ναυτιλιακή κίνηση, ενδέχεται η βάση δεδομένων να πληρωθεί. Αυτό είναι πολύ πιθανό όταν έχει ενεργοποιηθεί η αυτόματη απόκτηση. Τότε, ενεργοποιείται η προειδοποίηση 'TRACKS FULL' και πρέπει ο χειριστής να απορρίψει τους ακίνδυνους στόχους.

### **Λανθασμένη εισαγωγή στοιχείων (wrong or invalid request)**

Στην περίπτωση κατά την οποία ο χειριστής ηθελημένα ή αθέλητα εισαγάγει λανθασμένα δεδομένα ή δεδομένα ακατάλλητα για την συσκευή (για παράδειγμα πορεία 370°), ενεργοποιείται μία σχετική προειδοποίηση η οποία παραμένει μέχρι ο χειριστής διαγράψει ή επαναλάβει την εισαγωγή των ορθών στοιχείων.

### **Προειδοποίηση για χειρισμό (time to manoeuvre)**

Σε ορισμένες συσκευές προσφέρεται η δυνατότητα προσδιορισμού χρονικής καθυστέρησης δοκιμαστικού χειρισμού (trial manoeuvre). Σε αυτήν την περίπτωση, ενδέχεται να εμφανίζεται στην οθόνη ο υπολειπόμενος χρόνος μέχρι να διαταχθεί ο προτεινόμενος χειρισμός (time to manoeuvre). Αναλόγως των ελκτικών ιδιοτήτων του πλοίου, αυτή η προειδοποίηση είναι χρήσιμη για εφαρμογή γωνίας πηδαλίου ή αυξομείωση στροφών την κατάλληλη στιγμή προκειμένου να επαληθευτούν τα στοιχεία του δοκιμαστικού χειρισμού.

### **6.10.3 Απόκρυψη ανυσμάτων ακίνδυνων στόχων**

Προς αποφυγή υπερφορτίσεως του ενδείκτη, αυτή η δυνατότητα αποκρύπτει τα συνθετικά και τα ανύσματα των στόχων, οι οποίοι προβλέπεται να μη παραβιάσουν τα όρια ασφαλείας CPA/TCPA. Η συσκευή εξακολουθεί να παρακολουθεί τους στόχους των οποίων τα συνθετικά και τα ανύσματα αποκρύπτονται. Εάν κάποιος στόχος από αυτούς εκτελέσει χειρισμό κατά τρόπον ώστε να προσεγγίσει επικίνδυνα, τα συνθετικά και το ανύσμα εμφανίζεται, μαζί με την προειδοποίηση παραβιάσεως ορίων ασφαλείας. Εάν ο χειριστής θελήσει να χρησιμοποιήσει αυτήν την ευκολία, πρέπει να κατανοήσει τις επιπτώσεις από την όποια επιλογή των ορίων ασφαλείας. Γενικά προτείνεται να μη ενεργοποιείται αυτή η δυνατότητα σε χειρισμούς.

### **6.10.4 Αυτόματη σταθεροποίηση εικόνας ως προς τον βυθό (automatic ground-stabilization)**

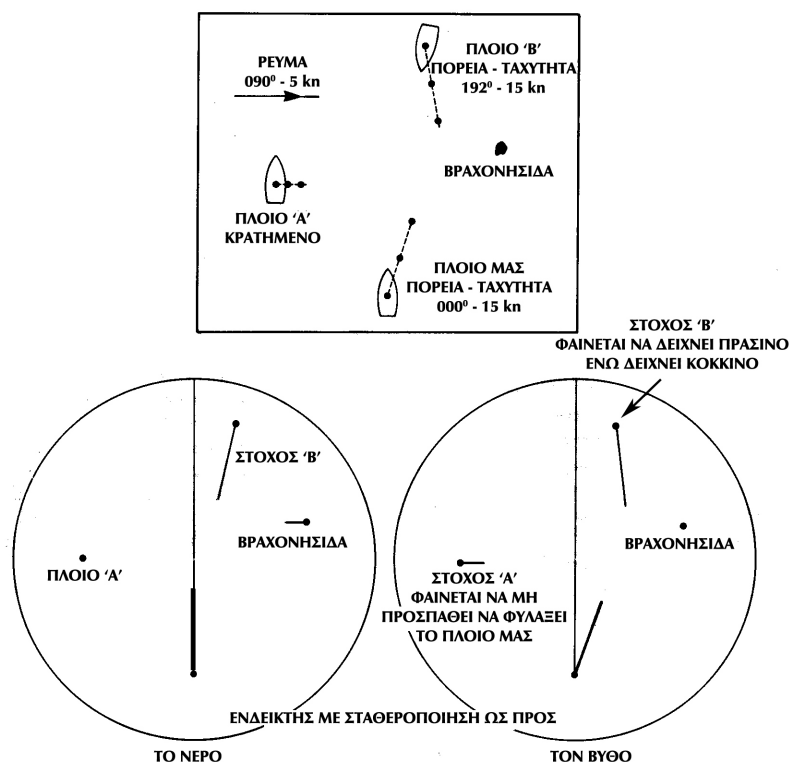
Σημαντική είναι η δυνατότητα κατά την οποία δια παρακολουθήσεως ενός ακίνητου στόχου (πχ μικρής νησίδας), χαρακτηριζόμενου ως 'FIXED TARGET', η συσκευή δύναται να υπολογίσει την πορεία και ταχύτητα ρεύματος και κατ' επέκταση, την πορεία και ταχύτητα του πλοίου ως προς τον βυθό. Αυτή η δυνατότητα είναι γνωστή ως 'αυτόματη σταθεροποίηση ως προς τον βυθό' (automatic ground-stabilization).

Ένας απομονωμένος ακίνητος στόχος με ικανή ανακλαστική επιφάνεια επιλέγεται ως στόχος αναφοράς. Εγκλωβίζεται και παρακολουθείται από την συσκευή και υποδεικνύεται ως 'FIXED TARGET' για σταθεροποίηση ως προς τον βυθό. Ο επεξεργαστής εκτιμά την φαινόμενη κίνηση του παρακολουθούμενου στόχου η οποία οφείλεται στο ρεύμα της περιοχής. Έτσι εκτιμώνται τα στοιχεία του ρεύματος τα οποία τροφοδοτούν τα κυκλώματα εκτροπής της σαρώσεως, ώστε να είναι δυνατή η μετατόπιση του κέντρου της κατά την συνισταμένη της ταχύτητας του πλοίου ως προς το νερό και του ρεύματος.

Καθ' όλη την διάρκεια της παρακολούθησης του στόχου αναφοράς, ο χειριστής πρέπει να προσέχει τυχόν προσέγγιση άλλου στόχου πλησίον αυτού. Ένα τέτοιο ενδεχόμενο ενδέχεται να προκαλέσει διατάραξη στην παρακολούθηση του στόχου αναφοράς δεδομένου ότι ο τελευταίος δυνατόν να εισέλθει στην σκιά του ενοχλητικού στόχου ή οι δύο στόχοι να ευρεθούν τόσο πλησίον ώστε να συμβεί αντιμετάθεση ιχνών (target swap). Σε κάθε περίπτωση τα αποτελέσματα είναι απρόβλεπτα στην σταθεροποίηση της εικόνας αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό.

Στις περισσότερες συσκευές η δυνατότητα σταθεροποίησης ως προς τον βυθό υλοποιείται κατά τέτοιο τρόπο ώστε η ίδια σταθεροποίηση να εφαρμόζεται και στα ανύσματα των παρακολουθούμενων στόχων. Έτσι τα αληθή ανύσματα των στόχων εμφανίζουν την κίνησή τους ως προς τον βυθό και όχι τις τηρούμενες πορείες τους. Αδυναμία διερμηνεύσεως αυτών των ενδείξεων παραπλανά επικίνδυνα σε λανθασμένες εκτιμήσεις για αποφυγή συγκρούσεων.

Στο σχήμα 6-14 παρουσιάζονται ορισμένες περιπτώσεις πιθανών λανθασμένων εκτιμήσεων. Για να γίνει εμφανής η διαφορά παρουσιάζονται και οι δύο ενδείξεις σταθεροποίησης εικόνας (και ανυσμάτων) ως προς το νερό και ως προς τον βυθό.



Σχήμα 6-14: Ενδείκτης με σταθεροποίηση ως προς το νερό και ως προς τον βυθό

Να σημειωθεί ότι υπό την επήρεια του ρεύματος, το άνυσμα του πλοίου, στον ενδείκτη με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό, αποκλίνει από την γραμμή πλήρης και εμφανίζει την πορεία ως προς τον βυθό). Επίσης ο στόχος 'Α' αν και κρατημένος εμφανίζεται να κινείται με την ίδια πορεία και ταχύτητα του ρεύματος, ενώ ο στόχος 'Β' εμφανίζεται να δείχνει πράσινο ενώ δείχνει κόκκινο.

Μία χρησιμότητα του ενδείκτη αληθούς κινήσεως με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό, είναι η πλοήγηση σε περιορισμένα ύδατα. Τούτο πρακτικά καθίσταται εφικτό όταν είναι διαθέσιμη η δυνατότητα αυτομάτου τηρήσεως του ίχνους ως προς τον βυθό (μέσω σταθερού στόχου αναφοράς (fixed target)), καθόσον η συνεχής ενημέρωση των στοιχείων του ρεύματος από τον χειριστή είναι αρκετά κοπώδης εργασία και όχι πάντοτε ακριβής. Με την αυτόματη σταθεροποίηση ως προς τον βυθό, οι τυχόν χαραγμένες γραμμές και σχήματα, παραμένουν γεωγραφικά ακιςτρωμένα στον ενδείκτη. Πολλοί ναυτιλόμενοι αξιοποιούν την

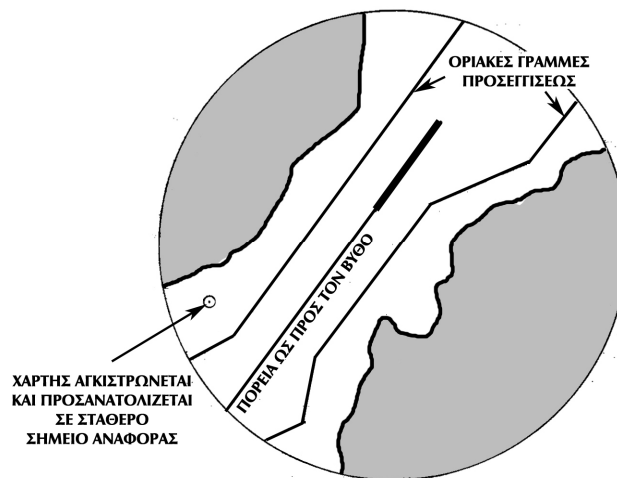
δυνατότητα γεωγραφικά αγκιστρωμένου χάρτη στον ενδείκτη, ιδιαίτερα σε περιορισμένα ύδατα. Πάντως πρέπει να τονιστεί για μια ακόμη φορά η ακαταλληλότητα, του ενδείκτη με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό, για αποφυγή συγκρούσεων.

Αυτόματη τήρηση του ίχνους ως προς τον βυθό δύναται να επιτευχθεί με είσοδο στην συσκευή της ταχύτητας ως προς τον βυθό την οποία παρέχει δρομόμετρο τύπου Doppler εφόσον διατίθεται ή με διασύνδεση της συσκευής με δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού στίγματος (πχ GPS).

### 6.10.5 Αναπαράσταση χαρτών και χάραξη γραμμών ναυσιπλοΐας

Με την διαρκώς αυξανόμενη διαθεσιμότητα φτηνής μνήμης, κατορθώθηκε να αποθηκεύονται και να εμφανίζονται στον ενδείκτη διάφορες συνθετικές πληροφορίες όπως σύμβολα, γραμμές και σχήματα. Έτσι είναι δυνατή από τον χειριστή η σχεδίαση απλών ακτογραμμών, ισοβαθών, ή άλλων περιοχών ενδιαφέροντος (ζώνες διαχωρισμού θαλάσσιας κυκλοφορίας κοκ) με τα διατιθέμενα προς τούτο σχεδιαστικά εργαλεία από το λογισμικό (software) της συσκευής. Σε συνδυασμό με την αυτόματη σταθεροποίηση της εικόνας ως προς τον βυθό, οι παραπάνω γραφικές απεικονίσεις είναι δυνατόν να παραμένουν σε σταθερή γεωγραφική θέση στον ενδείκτη υποκαθιστώντας κατά ένα τρόπο χαράξεις στον ναυτιλιακό χάρτη.

Η πληθώρα αυτών των δυνατοτήτων ποικίλει στις συσκευές διαφόρων κατασκευαστών. Στην πιο απλή υλοποίηση παρέχεται ένας μικρός αριθμός γραμμών, ο οποίος επιτρέπει την χάραξη πολύ απλών γεωμετρικών σχημάτων όπως στο σχήμα 6-15. Επίσης είναι δυνατόν να ενσωματωθούν σημεία ενδιαφέροντος όπως ναυτιλιακοί κίνδυνοι, βραχονησίδες και σημαντήρες με ιδιαίτερα σύμβολα. Τα σχήματα αυτά δυνατόν να μη διατηρούνται όταν η συσκευή τεθεί εκτός λειτουργίας και ίσως να μη υπάρχει η δυνατότητα μετακίνησης των σχημάτων σε άλλη θέση στην οθόνη ή αλλαγής του προσανατολισμού τους.



Σχήμα 6-15: Αναπαράσταση χάρτη

Περισσότερο εξελιγμένες υλοποιήσεις επιτρέπουν στον ναυτιλόμενο την χάραξη πολύπλοκων σχημάτων, την αποθήκευση κατά την φάση της σχεδιάσεως του πλου (passage planning) και της ανακλήσεώς τους όπως απαιτείται κατά την διάρκεια του πλου. Παρέχεται επίσης η δυνατότητα τροποποιήσεων στα σχήματα, αγκιστρώσεώς τους σε σταθερό γεωγραφικό σημείο, ευδιάκριτο στο ραντάρ και αλλαγής προσανατολισμού τους. Στην μνήμη συνήθως αποθηκεύονται μονίμως αρκετές γεωγραφικές παραστάσεις περιοχών τις οποίες συνήθως το πλοίο επισκέπτεται συχνότερα. Σε ορισμένες νεότερης τεχνολογίας συσκευές, η κάθε γεωγραφική παράσταση δυνατόν να αποτελείται από 1000 και πλέον απλά γεωμετρικά σχήματα. Οι δυνατότητες αυτές αναφέρονται συνήθως ως δυνατότητες χαρτογραφίσεως (mapping facilities) και χρησιμοποιούνται πάντοτε σε συνδυασμό με αυτόματη σταθεροποίηση ως προς τον βυθό. Ορισμένοι κατασκευαστές διαθέτουν σε φορητά μαγνητικά μέσα την ηλεκτρονική χαρτογράφηση διαφόρων γεωγραφικών περιοχών ενδιαφέροντος.



### 6.10.6 Πιθανό σημείο συγκρούσεως και περιοχή επικίνδυνης προσεγγίσεως

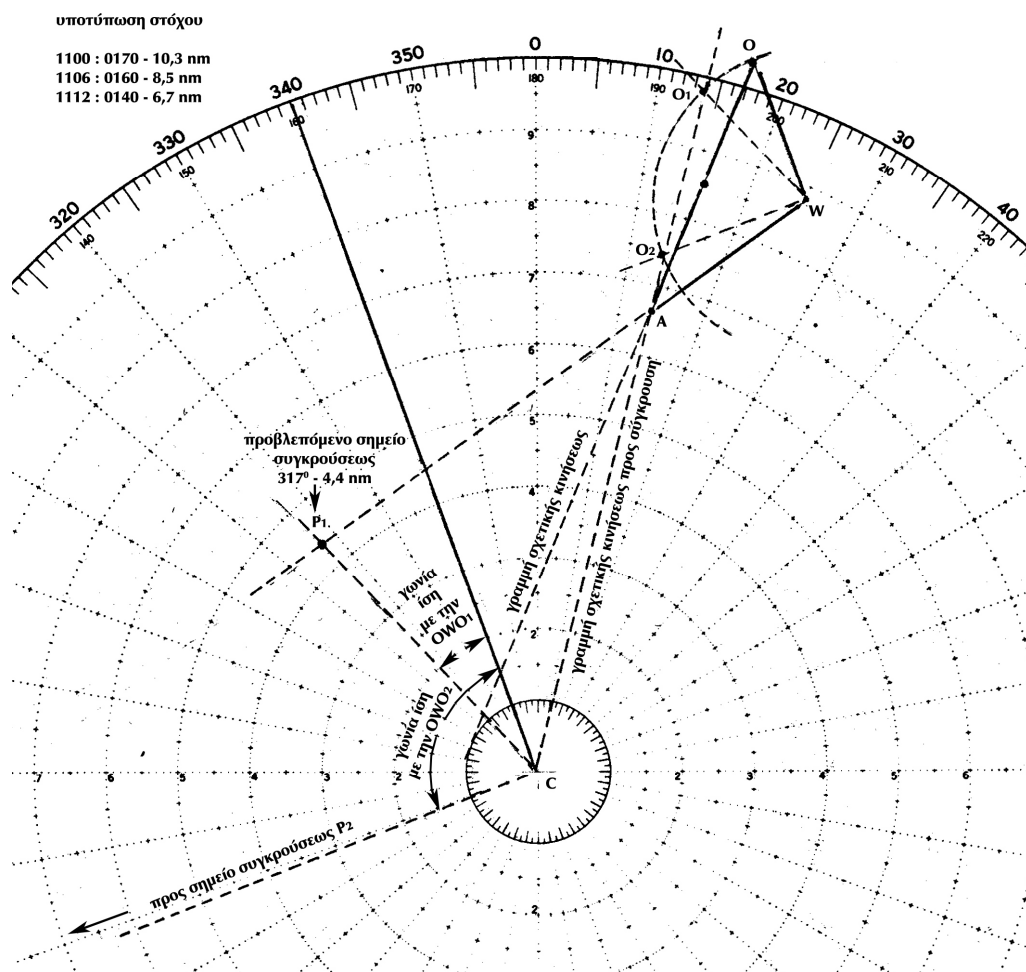
Ορισμένοι κατασκευαστές προσφέρουν διαφορετικές προσεγγίσεις επ' ωφελεία των ναυτιλομένων στο πρόβλημα της αποφυγής συγκρούσεων. Οι επιλύσεις για πιθανά σημεία συγκρούσεως (potential points of collision (PPC s)) με στόχους ή και για πιθανές περιοχές κινδύνου (predicted areas of danger (PAD s)), είναι δύο κορυφαία παραδείγματα. Με την χρήση συσκευής ARPA, αυτοί οι υπολογισμοί και οι επιλύσεις αβακίων δύνανται να πραγματοποιηθούν σε πολύ σύντομο χρόνο για όλους τους παρακολουθούμενους στόχους.

#### Πιθανό σημείο συγκρούσεως

Το πιθανό σημείο συγκρούσεως (PPC) είναι εκείνο το σημείο προς το οποίο εάν κατευθυνθεί το πλοίο θα προκληθεί σύγκρουση με τον στόχο, εφόσον και εκείνος διατηρήσει τα ίδια κινηματικά στοιχεία. Με την βοήθεια αβακίου χειρισμών είναι δυνατή η εύρεση του ή των σημείων PPC. Το σχήμα 6-16 παρουσιάζει την επίλυση αβακίου ευρέσεως των σημείων PPC για τα δεδομένα του ακόλουθου παραδείγματος:

Λαμβάνονται οι παραπλεύρως τρεις διαδοχικές μετρήσεις ενός στόχου ανά 6 min. Να ευρεθούν η διόπτειση και απόσταση των σημείων PPC. Πλοίο τηρεί πορεία 340° και ταχύτητα 10 knots.

1100: 017° - 10,3 nm  
 1106: 016° - 8,5 nm  
 1112: 014° - 6,7 nm



Σχήμα 6-16: Επίλυση πιθανού σημείου συγκρούσεως (PPC)

Λύση:

- α. Εκτελείται υποτύπωση στόχου και σχηματίζεται το τρίγωνο OWA.
- β. Φέρεται ευθεία γραμμή από το κέντρο 'C' προς την παρούσα θέση του στόχου 'A' και προεκτείνεται πέραν του 'A'. Η γραμμή αυτή αντιπροσωπεύει την σχετική κίνηση στόχου για πορεία συγκρούσεως.
- γ. Με διαβήτη φέρεται τόξο κύκλου με κέντρο το σημείο 'W' και ακτίνα WO, το οποίο τέμνει την προηγούμενη ευθεία, στο σημείο O<sub>1</sub> ή εάν το πλοίο έχει μικρότερη ταχύτητα από τον στόχο, δηλαδή (WO < WA), στα σημεία O<sub>1</sub> και O<sub>2</sub>.
- δ. Φέρονται οι ευθείες WO<sub>1</sub> και WO<sub>2</sub>, οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις πορείες συγκρούσεως του πλοίου με τον στόχο.
- ε. Φέρεται η ευθεία CP<sub>1</sub> παράλληλος προς την WO<sub>1</sub> η οποία τέμνει την προέκταση της WA, στο σημείο P<sub>1</sub> και η ευθεία CP<sub>2</sub> παράλληλος προς την WO<sub>2</sub> η οποία τέμνει την προέκταση της WA στο σημείο P<sub>2</sub>.
- ζ. Τα σημεία P<sub>1</sub> (317° - 4,4 nm) και P<sub>2</sub> (250° - 18,0 nm) είναι τα δύο πιθανά σημεία συγκρούσεως (PPC).

Σε ένα σενάριο εμπλοκής με δύο πλοία, το ταχύτερο πλοίο, παρατηρεί μόνο ένα σημείο PPC επί της προεκτάσεως του ίχνους του στόχου. Το βραδύτερο πλοίο παρατηρεί δύο σημεία PPC επί της προεκτάσεως του ίχνους του στόχου, όπως στο σχήμα 6-16. Το ένα σημείο είναι εκείνο το οποίο αντιστοιχεί στην πορεία συγκρούσεως προς την κατεύθυνση του στόχου και το έτερο είναι εκείνο το οποίο αντιστοιχεί στην πορεία συγκρούσεως αντίθετα από την κατεύθυνση του στόχου, ήτοι στην προκειμένη περίπτωση ο στόχος καταφθάνει με μεγαλύτερη ταχύτητα από πρυμναίους τομείς. Εναλλακτικά, δυνατόν να μη είναι δυνατή η σύγκρουση του βραδύτερου πλοίου με το ταχύτερο, όταν το βραδύτερο δεν δύναται να καταφθάσει το ταχύτερο. Τέλος υπάρχει και η περίπτωση ενός σημείου συγκρούσεως όταν το βραδύτερο πλοίο οριακά καταφθάνει στο ίχνος του ταχύτερου πλοίου.

Όταν ο στόχος έχει πορεία συγκρούσεως με το πλοίο, το σημείο PPC κινείται προσεγγίζοντας επί της γραμμής πλήρης. Εάν υπάρχει δεύτερο σημείο PPC, τότε αυτό κινείται επί γραμμής διοπτρεύσεως. Όταν ο στόχος δεν έχει πορεία συγκρούσεως με το πλοίο, το σημείο PPC ουδέποτε διασταυρώνει την γραμμή πλήρης.

Από την επίλυση του αβακίου δύναται να αποδειχθεί ότι ο λόγος των αποστάσεων από το πλοίο προς το PPC και από τον στόχο προς το PPC ισούται με τον λόγο των ταχυτήτων πλοίου και στόχου.

Εξετάζοντας την παραπάνω επίλυση, συμπεραίνεται ότι ο ναυτιλόμενος, με την ένδειξη των σημείων PPC, αντιλαμβάνεται άμεσα ποιες πορείες είναι εξαιρετικά επικίνδυνες. Ωστόσο η επίλυση για σημεία PPC, μάλλον δεν αποτέλεσε χρήσιμη πρακτική αποφυγής συγκρούσεως αν και πολλοί πιστεύουν ότι η ένδειξη των σημείων αυτών βοηθά τον ναυτιλόμενο να προβεί σε ορθή εκτίμηση και απόφαση χειρισμού αποφυγής. Η επίλυση αυτή περισσότερο ενδείκνυται για ειδικές αποστολές έρευνας και διασώσεως ή σε προβλήματα στα οποία ζητείται το σημείο συναντήσεως δύο πλοίων για ανεφοδιασμό ή για άλλο σκοπό.

### Περιοχή επικίνδυνης προσεγγίσεως

Το σημείο PPC δεν παρέχει ένδειξη της πορείας ή και της ταχύτητας για διέλευση από αυτό σε δεδομένη απόσταση ασφαλείας. Προς τούτο είναι χρήσιμο να κατασκευαστεί πέριξ του σημείου PPC ένα γεωμετρικό σχήμα, συνήθως έλλειψη ή πολύγωνο, το οποίο αντιπροσωπεύει την επικίνδυνη περιοχή προσεγγίσεως predicted area of danger (PAD) με δεδομένη την απόσταση διελεύσεως ασφαλείας, λαμβάνοντας υπόψη ικανά περιθώρια προς αντιστάθμιση σφαλμάτων και ελικτικών δεδομένων. Το σχήμα 6-17 παρουσιάζει την επίλυση αβακίου κατασκευής περιοχής PAD για τα δεδομένα του ακόλουθου παραδείγματος:

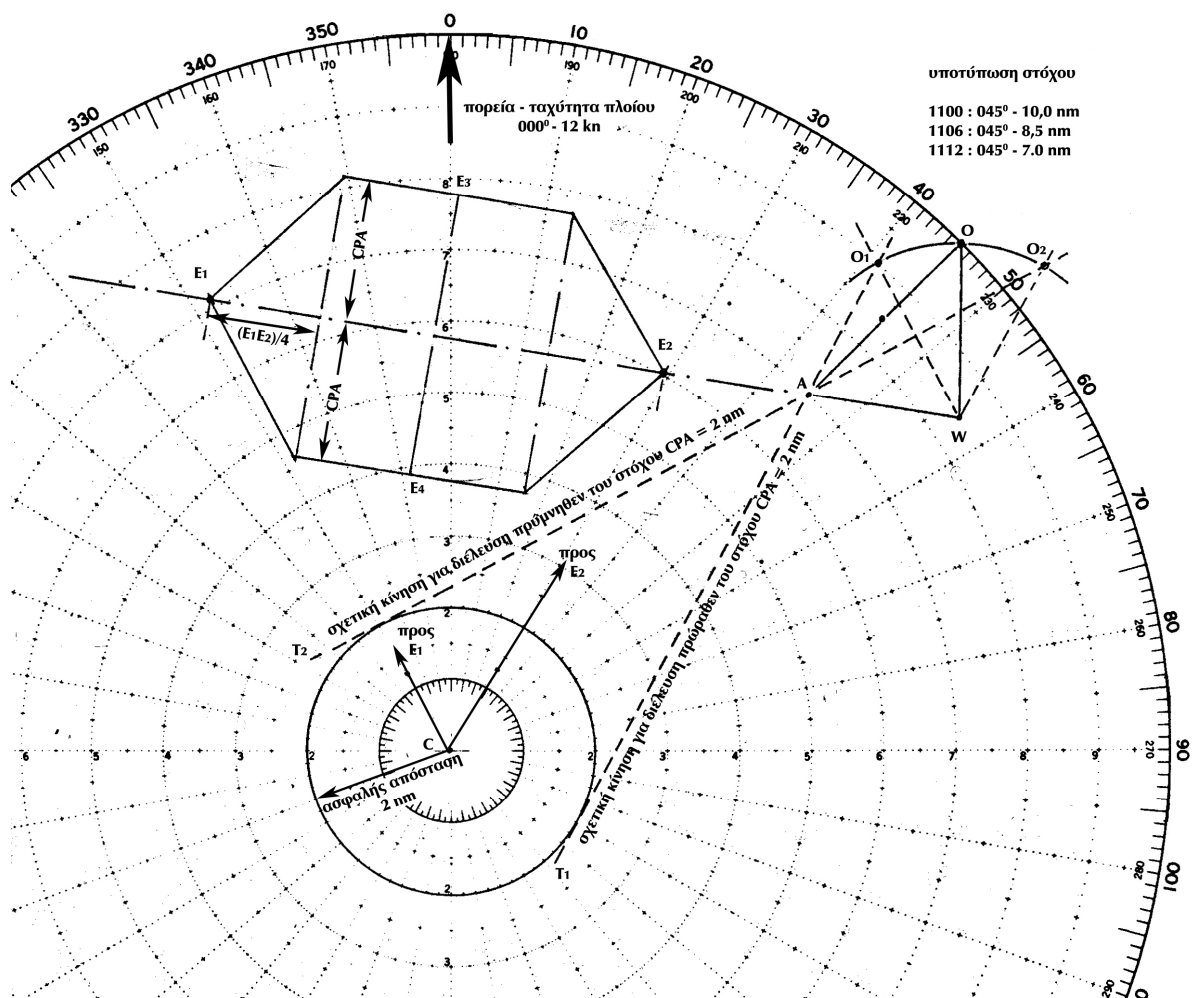
Λαμβάνονται οι παραπλεύρως τρεις διαδοχικές μετρήσεις ενός στόχου ανά 6 min. Να κατασκευαστεί περιοχή PAD σχήματος πολυγώνου για CPA = 2 nm.  
Πλοίο τηρεί πορεία 000° και ταχύτητα 12 knots.

1100:	045° - 10,0 nm
1106:	045° - 8,5 nm
1112:	045° - 7,0 nm

Λύση:

- α. Εκτελείται υποτύπωση στόχου και σχηματίζεται το τρίγωνο OWA.

- β. Φέρονται ευθείες γραμμές  $AT_1$  και  $AT_2$  από την παρούσα θέση του στόχου 'A', εφαπτόμενες κύκλου με κέντρο το πλοίο 'C' και ακτίνα ίση με την ζητούμενη απόσταση διελύσεως ασφαλείας (CPA). Οι γραμμές προεκτείνονται αντιδιαμετρικά από το σημείο 'A'.
- γ. Με διαβήτη φέρεται τόξο κύκλου με κέντρο το σημείο 'W' και ακτίνα  $WO$ , το οποίο τέμνει τις προηγούμενες ευθείες  $T_1A$  και  $T_2A$  στα σημεία  $O_1$  και  $O_2$  αντίστοιχα.
- δ. Χαράσσονται οι ευθείες  $WO_1$  και  $WO_2$ , οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις πορείες πλοίου για διέλευση στην απόσταση ασφαλείας.
- ε. Χαράσσονται οι ευθείες  $CE_1$  και  $CE_2$  παράλληλες προς τις  $WO_1$  και  $WO_2$  αντίστοιχα, οι οποίες τέμνουν την προέκταση της  $WA$  στα σημεία  $E_1$  και  $E_2$  αντίστοιχα.
- ζ. Από το μέσο της ευθείας  $E_1E_2$ , φέρεται κάθετος προς αυτήν. Επί της καθέτου ορίζονται τα σημεία  $E_3$  και  $E_4$  στην απόσταση του CPA.
- η. Τα σημεία  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$  και  $E_4$  ορίζουν την επικίνδυνη περιοχή προσεγγίσεως η οποία προχειρώς λαμβάνει την μορφή πολυγώνου.



Σχήμα 6-17: Περιοχή επικίνδυνης προσεγγίσεως

Το σημείο PPC ευρίσκεται εντός της περιοχής PAD, αλλά όχι απαραίτητα στο κέντρο της. Δυνατόν να υπάρχει περιοχή PAD χωρίς σημείο PPC.

Αυτή η τεχνική αποτελεί ευρεσιτεχνία της εταιρείας 'Sperry Marine Systems'. Συνιστά ίσως την καλύτερη πρόταση παρουσιάσεως στον ενδείκτη γραφικής απεικονίσεως προς μέγιστη ευκολία λήψεως αποφάσεων αποφυγής συγκρούσεων. Μάλιστα όταν η γραμμή πλήρης του πλοίου διέρχεται από επικίνδυνη περιοχή, ενεργοποιείται μία προειδοποίηση η οποία απενεργοποιείται όταν το πλοίο αλλάξει πορεία εκτός αυτής της περιοχής.

# **Κεφάλαιο 7**

## **Χρησιμοποίηση Δυνατοτήτων Αυτομάτου Υποτυπώσεως (ARPA)**

---

### **7.1 Εισαγωγή**

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της SOLAS 74, όπως τροποποιήθηκε με τις προσθήκες του 1983 (Chapter V, Regulation 12), η εγκατάσταση συσκευής ραντάρ με πλήρεις δυνατότητες ARPA (Automatic Radar Plotting Aid) ήτοι με αυτόματη παρακολούθηση 20 στόχων, προσομοίωση δοκιμαστικού χειρισμού αποφυγής συγκρούσεως (trial maneuver), ιστορικό κινήσεως ιχνών (history) και ζώνες επιτηρήσεως (auto acquisition zones), είναι υποχρεωτική στα εμπορικά πλοία χωρητικότητας άνω των 10.000 τόνων, ναυπηγημένα μετά την 1 Σεπτεμβρίου 1984.

Στα μικρότερης χωρητικότητας πλοία άνω των 3.000 τόνων, η υποχρέωση περιορίζεται στην εγκατάσταση συσκευής ραντάρ με δυνατότητες ATA (automatic tracking aid) ήτοι με δυνατότητες αυτομάτου παρακολουθήσεως στόχων και μόνο (χωρίς προσομοίωση δοκιμαστικού χειρισμού αποφυγής συγκρούσεως, ιστορικό κινήσεως ιχνών και ζώνες επιτηρήσεως). Τέλος για τα ακόμη μικρότερης χωρητικότητας πλοία άνω των 300 τόνων, η υποχρέωση περιορίζεται στην εγκατάσταση συσκευής ραντάρ με δυνατότητες EPA (electronic plotting aid) ήτοι με δυνατότητες χειροκινήτου υποτυπώσεως στόχων με απλό επεξεργαστή. Ο χειριστής πρέπει να γνωρίζει τις δυνατότητες και περιορισμούς της διατιθέμενης συσκευής (ARPA – ATA – EPA).

Το παρόν κεφάλαιο πραγματεύεται τις ρυθμίσεις της συσκευής ραντάρ – ARPA με πλήρεις δυνατότητες, για την απόκτηση των απαιτούμενων πληροφοριών προς αποφυγή συγκρούσεων καθώς και τον τρόπο με τον οποίο η συσκευή δύναται να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά.


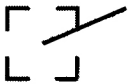




### **7.2 Ρυθμίσεις**

Οι διαδικασίες ρυθμίσεων στην λεπτομέρειά τους διαφέρουν σε συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών. Παρά ταύτα οι ακόλουθες κατευθύνσεις είναι θεμελιώδεις και κοινές για όλα τα συστήματα:

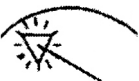





- α. Η ολική απόδοση του ραντάρ πρέπει να επιβεβαιώνεται μέσω performance monitor. Παρομοίως η αξιοπιστία των στοιχείων ARPA πρέπει να επιβεβαιώνεται μέσω διαγνωστικών προς τούτο προγραμμάτων.
- β. Η επήρεια των ρυθμίσεων GAIN, ANTI-CLUTTER (sea και rain) είναι διαφορετική σε συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών. Στις νεότερης τεχνολογίας συσκευές οι παραπάνω ρυθμίσεις επηρεάζουν μόνο την εικόνα ραντάρ η οποία εμφανίζεται στον ενδείκτη, ενώ τα κυκλώματα παρακολουθήσεως στόχων εγκαθιστούν αυτομάτως ιδιαίτερες ρυθμίσεις για αύξηση της ευαισθησίας τους. Αυτό είναι δυνατόν να διαπιστωθεί πολύ απλά εγκλωβίζοντας ένα στόχο και στην συνέχεια παρατηρώντας τυχόν αδυναμία παρακολουθήσεως του καθώς μεταβάλλονται οι συγκεκριμένες ρυθμίσεις.
- γ. Η σωστή τιμή της πορείας και της ταχύτητας ως προς το νερό, πρέπει συνεχώς να τροφοδοτούν την συσκευή. Τα στοιχεία αυτά ελέγχονται και εκτελείται ρύθμιση εάν απαιτείται, άλλως δεν εξασφαλίζεται αξιοπιστία στα υπολογιζόμενα στοιχεία των παρακολουθούμενων στόχων.
- δ. Το μήκος των ανυσμάτων ARPA πρέπει να ρυθμιστεί σε μία τιμή μεταξύ 3-6 min. Τούτο εξασφαλίζει ότι όταν ξεκινήσει η παρακολούθηση στόχων τα μήκη των ανυσμάτων θα είναι ορατά αλλά όχι υπερβολικά μεγάλα. Στην συνέχεια το μήκος των ανυσμάτων δύναται να ρυθμιστεί αναλόγως. Κατά την ενεργοποίηση της συσκευής τα περισσότερα συστήματα εμφανίζουν σχετικά ή αληθή ανύσματα και τούτο εξαρτάται από την συγκεκριμένη κατασκευαστική σχεδίαση.
- ε. Για την προειδοποίηση κινδύνου συγκρούσεως πρέπει να τοποθετηθούν τιμές CPA και TCPA LIMITS.

### 7.3 Σύμβολα ARPA

Οι συσκευές ARPA υποχρεούνται να παρέχουν συγκεκριμένες δυνατότητες. Ωστόσο συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών διαφέρουν σε ορισμένες λειτουργίες ακόμα και στον συμβολισμό των ενδείξεων και κομβίων ελέγχου. Φαίνεται πως στο μέλλον μέσω διεθνούς συμφωνίας θα επέλθει σύγκλιση στην σχεδίαση και ομοιογένεια των συσκευών για μεγαλύτερη ασφάλεια στην ναυσιπλοΐα και για αποτελεσματικότερη αποφυγή συγκρούσεων. Τα σύμβολα του ακόλουθου πίνακα έχουν επί του παρόντος θεσπιστεί. Ωστόσο δεν συμμορφώνονται όλοι οι κατασκευαστές με αυτά. Τυπική εικόνα ενδείκτη ARPA όπως στο σχήμα 7-1.

	Στόχος στην διαδικασία ACQUISITION (0-20 rpm κεραίας)		Στόχος στην διαδικασία ACQUISITION (20 – 60 rpm κεραίας)
	Στόχος στην κατάσταση STEADY STATE TRACKING (> 60 rpm κεραίας)		Επικίνδυνος στόχος - ALARM συγκρούσεως (collision warning) (το σύμβολο αναβοσβήνει)
	Επικίνδυνος στόχος - ALARM συγκρούσεως (collision warning) (αποδοχή του ALARM)		Στόχος απωλέσθη (LOST TARGET)

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Για στόχους αποκτώμενους με υπόδειξη χειριστή τα ανωτέρω σύμβολα είναι περισσότερο έντονα

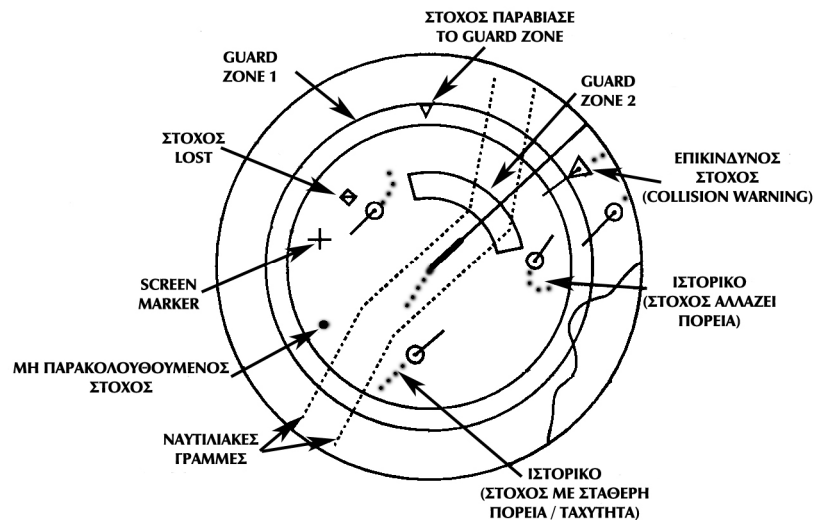
	Στόχος παραβιάζει GUARD ZONE (το σύμβολο αναβοσβήνει)		Κυκλικός τομέας αυτομάτου εγκλωβισμού
	Τα στοιχεία του εγκλωβισμένου στόχου εμφανίζονται υπό μορφή κειμένου		FIXED TARGET για σταθεροποίηση εικόνας ως προς τον βυθό
	Κατάσταση TRIAL MANEUVER (το σύμβολο εμφανίζεται στο κάτω τμήμα του ενδείκτη) (ANABOSBYNEI)		Εκτελείται διαγνωστικό πρόγραμμα ελέγχου (το σύμβολο εμφανίζεται στο κάτω τμήμα του ενδείκτη) (ANABOSBYNEI)

### 7.4 Απαίτηση για υποτύπωση στόχων

Στο κεφάλαιο 3 έγινε λόγος για τις εξαγόμενες πληροφορίες από την υποτύπωση στόχων (CPA, TCPA, BCR, BCT, πορεία, ταχύτητα, όψη στόχου και προσομοίωση δοκιμαστικού χειρισμού). Οι πληροφορίες αυτές εξαγονται από τις διαθέσιμες ευκολίες υποτυπώσεως στόχων και απαιτούνται γιατί επιτρέπουν στον ναυτιλόμενο να:

- Εκτιμήσει εάν μια επικίνδυνη κατάσταση εξελίσσεται.
- Κατανοήσει την γεωμετρία πιθανής εμπλοκής και επί τη βάση αυτής να εκτελέσει επιδεξιο χειρισμό σύμφωνα με τους κανόνες της ναυτικής πρακτικής.
- Αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα του επιλεγέντος χειρισμού αποφυγής.

Η συσκευή ραντάρ με δυνατότητες ARPA συνιστά την πλέον προηγμένη τεχνολογικά απάντηση στα παραπάνω στοιχεία, έναντι των λοιπών εναλλακτικών, ήτοι ATA (automatic tracking aid), EPA (electronic plotting aid), ανακλαστικός υποτυπωτής και αβάκια χειρισμών.



Σχήμα 7-1: Τυπική εικόνα ενδείκτη ARPA

#### 7.4.1 Εκτίμηση επικίνδυνης προσεγγίσεως

Η επικίνδυνη προσέγγιση με στόχο ή στόχους λαμβάνει εξαιρετικά άμεση προτεραιότητα σε περιορισμένη ορατότητα. Έτσι σε περίπτωση κατά την οποία ένας στόχος εντοπίζεται μόνο με ραντάρ, ο κανόνας 19δ των COLREGS υποχρεώνει στην διερεύνηση εάν εξελίσσεται επικίνδυνη κατάσταση με τον συγκεκριμένο στόχο. Προς συμμόρφωση με αυτήν την απαίτηση, ο στόχος πρέπει να υποτυπωθεί και να υπολογιστεί το CPA και TCPA.

Με την βοήθεια της συσκευής ARPA, το CPA και TCPA του παρακολουθούμενου στόχου είναι άμεσα διαθέσιμα. Με την επιλογή σχετικών ανυσμάτων (relative vectors) και κατάλληλη ρύθμιση του χρόνου των ανυσμάτων (VECTOR LENGTH ή VECTOR TIME) έτσι ώστε το άκρο του ανύσματος να ευρίσκεται στο σημείο της εγγυτέρας αποστάσεως διελεύσεως, το CPA δύναται να μετρηθεί με τον κάρσορα (ή να εκτιμηθεί σε σχέση με τους διακριβωτικούς κύκλους αποστάσεως) ενώ ο χρόνος TCPA, δύναται να ληφθεί απ' ευθείας από την τοποθετηθείσα τιμή του χρόνου των ανυσμάτων. Οι ίδιες πληροφορίες είναι διαθέσιμες και ως κείμενο αλφαριθμητικά. Το στοιχείο TCPA λαμβάνει ύψιστη σπουδαιότητα διότι δηλώνει πόσο επικίνδυνα ή όχι εξελίσσεται η εμπλοκή με τον στόχο.

Εναλλακτικά, ένδειξη μίας επικίνδυνης προσεγγίσεως δύναται να αποκτηθεί δια επιλογής αληθών ανυσμάτων (true vectors) και προέκτασή τους ρυθμίζοντας τον χρόνο ανυσμάτων προοδευτικά για να φανεί πως εξελίσσεται η προσέγγιση σε δεδομένους μελλοντικούς χρόνους. Αυτή η τεχνική προτιμάται από μερικούς ναυτιλόμενους, αλλά πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το σημείο CPA δεν είναι εκείνο το οποίο προκύπτει από την τομή των αληθών ανυσμάτων πλοίου και στόχου, παρά μόνο στην περίπτωση μηδενικού CPA (κατάσταση συγκρούσεως). Η εκτίμηση των στοιχείων CPA / TCPA με αυτόν τον τρόπο είναι επίπονη και δεν συνιστάται γιατί απαιτεί επαναληπτικές δοκιμές με διαφορετικές τιμές χρόνου ανυσμάτων μέχρι τα άκρα των ανυσμάτων του πλοίου και του στόχου να ευρεθούν στην ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους.

Σε αυτήν την κρίσιμη φάση, είναι καθήκον του Αξιωματικού Φυλακής να εκτιμήσει δεόντως εάν τα στοιχεία του CPA συνιστούν επικίνδυνη προσέγγιση. Τα στοιχεία του CPA πρέπει να συνεκτιμηθούν με την γεωγραφική περιοχή στην οποία ναυσιπλοούν το πλοίο και ο στόχος (περιορισμένα ύδατα κοκ), με τα ελικτικά στοιχεία του πλοίου, με την πυκνότητα της λοιπής ναυτιλιακής κινήσεως και με την κατάσταση ορατότητας.

#### 7.4.2 Κατανόηση της γεωμετρίας πιθανής εμπλοκής

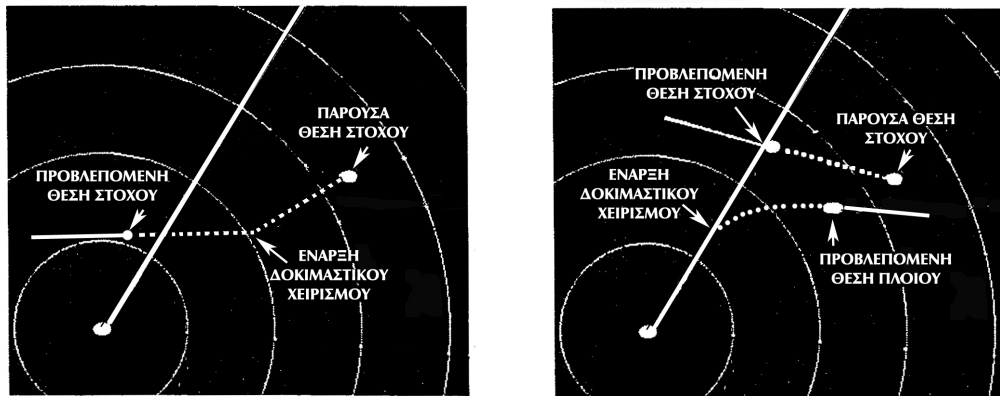
Ένδειξη της πορείας και της όψεως του στόχου δύναται να αποκτηθεί με απ' ευθείας παρατήρηση του αληθούς ανύσματος του στόχου σε προέκταση όσο απαιτείται. Ένδειξη της ταχύτητας του στόχου δύναται

να αποκτηθεί με οπτική παρατήρηση του μήκους του αληθούς ανύσματος του στόχου σε σύγκριση με το μήκος του ανύσματος του πλοίου. Παρομοίως, με απ' ευθείας παρατήρηση του αληθούς ανύσματος του στόχου είναι δυνατή η εκτίμηση της όψευς του πλοίου την οποία αντιλαμβάνεται ο στόχος.

### 7.4.3 Αξιολόγηση αποτελεσματικότητας χειρισμού αποφυγής συγκρούσεως

Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του χειρισμού αποφυγής συγκρούσεως δύναται να πραγματοποιηθεί με την δυνατότητα δοκιμαστικού χειρισμού (TRIAL MANOEUVRE), η οποία είναι απαιτητή από τις προδιαγραφές IMO για τις συσκευές ARPA.

Επιλέγοντας σχετικά ανύσματα (relative vectors) προσδιορίζεται με απλή παρατήρηση το CPA το οποίο προκύπτει όταν εκτελεστεί ο προτεινόμενος χειρισμός και ο στόχος ή οι στόχοι εξακολουθήσουν να κινούνται όπως προηγουμένως. Επιλέγοντας αληθή ανύσματα (true vectors), παρατηρείται το άνυσμα του πλοίου ως αποτέλεσμα του προτεινόμενου χειρισμού (το άνυσμα του στόχου ή των στόχων δεν επηρεάζεται). Η υλοποίηση της προσομοίωσης είναι διαφορετική σε συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών. Το σχήμα 7-2 παρουσιάζει μία από τις υλοποιήσεις εμφανίσεως του αποτελέσματος δοκιμαστικού χειρισμού με σχετικά και αληθή ανύσματα.



(α) με επιλογή σχετικών ανυσμάτων

(β) με επιλογή αληθών ανυσμάτων

Σχήμα 7-2: Εμφάνιση προσομοίωσης trial manoeuvre με επιλογή αληθών ανυσμάτων

Επισημαίνεται η αναγκαιότητα, ο κάθε χειρισμός αποφυγής, να είναι σημαντικός ώστε να γίνει άμεσα αντιληπτός από το άλλο πλοίο ή πλοία.

Να σημειωθεί ότι η δυνατότητα δοκιμαστικού χειρισμού παρέχει πρόβλεψη στοιχείων σε μελλοντικό χρόνο, επί τη βάση προσφάτων παρελθόντων στοιχείων. Τυχόν αλλαγές στα κινηματικά στοιχεία του παρακολουθούμενου στόχου οδηγούν σε μη επαλήθευση των προβλέψεων.

Ο κανόνας 8δ των COLREGS αναφέρει ότι η αποτελεσματικότητα του χειρισμού αποφυγής πρέπει να ελέγχεται συνεχώς μέχρι το άλλο πλοίο αντιπαρέλθει οριστικά. Αυτή η απαίτηση δύναται να εξασφαλιστεί δια παρατηρήσεως:

- α. Της αληθούς κινήσεως του στόχου μέσω του ιστορικού του, προκειμένου να διασφαλιστεί έγκαιρος εντοπισμός και αναγνώριση τυχόν χειρισμού τον οποίο τυχόν εκτελεί ταυτόχρονα με τον χειρισμό του πλοίου.
- β. Της σχετικής κινήσεως του στόχου προκειμένου να διασφαλιστεί ότι ο στόχος διέρχεται σε απόσταση μεγαλύτερη ή ίση με την προσδιορισμένη για τις επικρατούσες συνθήκες απόσταση ασφαλούς διελεύσεως. Σε περιορισμένη ορατότητα, η ασφαλής απόσταση διελεύσεως πρέπει να είναι μεγαλύτερη από εκείνη η οποία θα ήταν ικανοποιητική με καλή ορατότητα.



Κάθε χειρισμός αποφυγής συγκρούσεως ο οποίος δεν βασίζεται στην γνώση της αληθούς κινήσεως του στόχου, είναι μη σύμφωνος με την ναυτική πρακτική και επισύρει αυστηρή κριτική διότι εκτελείται επί τη βάση ελλιπών πληροφοριών (scanty information). Με την χρήση της συσκευής ARPA, τα στοιχεία της αληθούς κινήσεως του στόχου εμφανίζονται υπό μορφή κειμένου αλφαριθμητικά στην οθόνη και επιβεβαιώνονται με παρατήρηση του αληθούς ανύσματος, πλην όμως τα στοιχεία και στις δύο εμφανίσεις προέρχονται από την ίδια βάση δεδομένων και ως εκ τούτου, η σύγκριση τους δεν πρέπει να οδηγεί στο συμπέρασμα ότι είναι ακριβή.

#### 7.4.4 Επανάκτηση της προηγούμενης πορείας / ταχύτητας

Όταν το άλλο πλοίο αντιπαρέλθει ασφαλώς, αποφασίζεται επανάκτηση της προηγούμενης πορείας ή και ταχύτητας. Πριν επιχειρηθεί επανάκτηση, πρέπει να διασφαλιστεί είτε με παραδοσιακή υποτύπωση είτε με την δυνατότητα δοκιμαστικού χειρισμού ότι οι λοιποί στόχοι διέρχονται σε απόσταση μεγαλύτερη ή ίση με την προσδιορισμένη για τις επικρατούσες συνθήκες απόσταση ασφαλούς διελεύσεως. Να σημειωθεί ότι η επανάκτηση γίνεται περισσότερο αντιληπτή από τους άλλους στόχους όταν εκτελεστεί με ένα και μόνο δραστικό χειρισμό και όχι με σειρά μικρών χειρισμών. Η επανάκτηση της προηγούμενης πορείας με μικρά βήματα, έρχεται σε αντίθεση με το πνεύμα του κανόνα 8β.

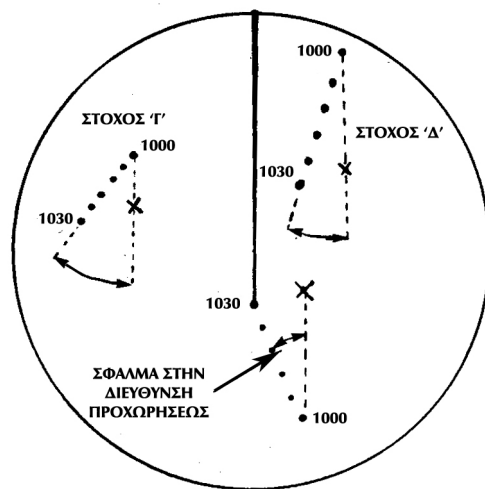
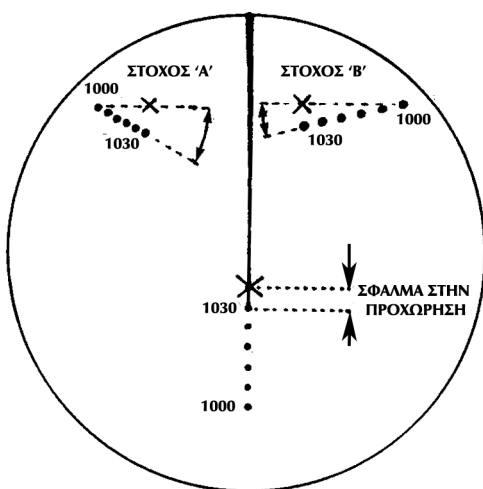
Στα συστήματα τα οποία διαθέτουν την δυνατότητα προσομοιώσεως δύο δοκιμαστικών χειρισμών, δύναται ο δεύτερος χειρισμός να είναι εκείνος της επανακτίσεως στην προηγούμενη πορεία / ταχύτητα.

### 7.5 Σφάλματα ARPA

#### 7.5.1 Σφάλματα αληθούς κινήσεως

Εξ αιτίας λανθασμένης προχωρήσεως του κέντρου της σαρώσεως προκαλούνται σφάλματα στον υπολογισμό των στοιχείων των παρακολουθούμενων στόχων. Σφάλμα στην προχώρηση του κέντρου της σαρώσεως κατά την αληθή κίνηση δεν μεταφράζεται άμεσα σε σφάλματα παρακολούθησεως στόχων.

Το σχήμα 7-3α παρουσιάζει την επήρεια του σφάλματος ταχύτητας στην αληθή κίνηση και το σχήμα 7-3β την επήρεια του σφάλματος πορείας. Τα σημεία τα οποία σημειώνονται με το σύμβολο 'X' αντιπροσωπεύουν τις πραγματικές θέσεις του πλοίου και στόχων στις 1030. Το σφάλμα στις πορείες των στόχων 'Α' και 'Γ' είναι μεγαλύτερο από εκείνο στους στόχους 'Β' και 'Δ'. Ανάλογα είναι και τα σφάλματα στις τιμές ταχύτητας όλων των στόχων.



(α) Σφάλματα στην προχώρηση του κέντρου της σαρώσεως στην αληθή κίνηση εξ αιτίας σφάλματος ταχύτητας

(β) Σφάλματα στην προχώρηση του κέντρου της σαρώσεως στην αληθή κίνηση εξ αιτίας σφάλματος πορείας

Σχήμα 7-3: Σφάλματα αληθούς κινήσεως (true motion)

Σφάλματα αληθούς κινήσεως επηρεάζουν με ανάλογο τρόπο την εμφάνιση των αποτελεσμάτων του δοκιμαστικού χειρισμού αποφυγής (trial manoeuvre).

### 7.5.2 Σφάλματα εξομαλύνσεως

Εξ αιτίας του διατοιχισμού, προνευστασμού και παροιακίσεων, συνεχώς συμβαίνουν μικρές μεταβολές στα ανύσματα και στα υπολογιζόμενα στοιχεία τα οποία εμφανίζονται υπό μορφή κειμένου. Φίλτρα παρακολουθήσεως εξομαλύνουν τις τροχιές των παρακολουθούμενων στόχων από τις ανεπιθύμητες διακυμάνσεις των μετρήσεων, ώστε οι αναπαραγόμενες τροχιές να προσεγγίζουν τις πραγματικές τροχιές των στόχων. Τούτο είναι αληθές όταν τα κινηματικά στοιχεία του πλοίου και των στόχων είναι αμετάβλητα. Όταν το πλοίο ή και οι στόχοι αλλάξουν πορεία ή και ταχύτητα τα φίλτρα παρακολουθήσεως κατά κανόνα δεν αντιλαμβάνονται άμεσα τις μεταβολές και ανθίστανται αρχικά σε κάθε μεταβολή με αποτέλεσμα τα ανύσματα και τα υπολογιζόμενα στοιχεία να καθίστανται την στιγμή εκείνη αναξιόπιστα.

### 7.5.3 Σφάλματα από λανθασμένη διερμήνευση

Τα σφάλματα αυτά οφείλονται αποκλειστικά στον χειριστή είτε από παρανόηση, είτε από ανεπαρκή εμπειρία, είτε από αδυναμία συγκεντρώσεως λόγω εντάσεως, άγχους ή αποσπάσεως προσοχής.

#### Ταχύτητα πλοίου

Ο χειριστής πρέπει να βεβαιωθεί ότι η ταχύτητα εισόδου στο σύστημα είναι ως προς το νερό και όχι ως προς τον βυθό. Αυτό έχει μεγάλη σημασία για την ορθή διερμήνευση των αληθών ανυσμάτων. Σε σύστημα με σταθεροποίηση ως προς τον βυθό τα αληθή ανύσματα δείχνουν τις πορείες και ταχύτητες ως προς τον βυθό και όχι τις τηρούμενες πορείες και ταχύτητες (ως προς το νερό).

#### Αληθή / σχετικά ανύσματα

Πολλές φορές ο χειριστής, μετρά το CPA ενός στόχου με την κάθετο προς το αληθές άνυσμα του στόχου αντί το σχετικό άνυσμα. Άλλες φορές, συμπεραίνει εσφαλμένα τα αληθή στοιχεία κινήσεως ενός στόχου δια παρατηρήσεως του σχετικού ανύσματος. Άλλο σφάλμα διερμηνεύσεως προκύπτει όταν ο χειριστής προεκτείνοντας τα αληθή ανύσματα, θεωρεί ότι η τομή τους είναι το σημείο του CPA. Αυτό είναι αληθές μόνο στην περίπτωση μηδενικού CPA.

#### Επιλογή αληθούς / σχετικής κινήσεως με αληθή / σχετικά ανύσματα

Αληθή ή σχετικά ανύσματα δύνανται να συνδυάζονται με αληθή ή σχετική κίνηση. Στην περίπτωση επιλογής σχετικής κινήσεως με αληθή ανύσματα, εμφανίζεται και άνυσμα πλοίου με την αρχή του στο κέντρο της σαρώσεως, το οποίο στην σχετική κίνηση παραμένει ακίνητο.

Τα αληθή ανύσματα σε σχετική κίνηση, δεν αποτελούν προέκταση της ηχώ απονέρων, ενώ θα έπρεπε. Το ίδιο συμβαίνει με σχετικά ανύσματα σε αληθή κίνηση. Όσον αφορά το ιστορικό κινήσεως ιχνών, οι παρελθούσες θέσεις του στόχου πρέπει λογικά να συμπίπτουν με την ηχώ απονέρων. Αυτό δεν συμβαίνει στην περίπτωση επιλογής σχετικής κινήσεως με αληθές ιστορικό ή στην περίπτωση επιλογής αληθούς κινήσεως με σχετικό ιστορικό. Η ανακολουθία των ανυσμάτων με τα απόνερα ή το ιστορικό δυνατόν να δώσει αφορμή στο συμπέρασμα ότι ο στόχος εκτελεί χειρισμό. Σε ορισμένες συσκευές δεν επιτρέπεται η επιλογή τρόπου εμφανίσεως ανυσμάτων, ο οποίος προκαλεί παρερμηνείες αλλά στις περισσότερες συσκευές δεν συμβαίνει έτσι.

#### Δοκιμαστικός χειρισμός αποφυγής (trial maneuver)

Ο χειριστής δυνατόν να νομίζει εσφαλμένα ότι οι τιμές των υπολογιζόμενων στοιχείων του δοκιμαστικού χειρισμού είναι οι πραγματικές παρούσες τιμές. Η επιλογή αληθούς ή σχετικής κινήσεως πρέπει επίσης να ταιριάζει με την επιλογή αληθών ή σχετικών ανυσμάτων προς αποφυγή παρερμηνειών. Όταν η προσομοίωση είναι επιθυμητό να παρουσιάσει στατικά την κατάσταση όπως θα εξελιχθεί, επιλέγεται σχετική κίνηση και

σχετικά ανύσματα. Όταν η προσομοίωση είναι επιθυμητό να παρουσιάσει δυναμικά την κατάσταση, όπως θα εξελιχτεί, κατάλληλη είναι η επιλογή αληθούς κινήσεως και αληθών ανυσμάτων (σχήμα 7-2).

### **Πιθανό σημείο συγκρούσεως (PPC) και περιοχή επικίνδυνης προσεγγίσεως (PAD)**

Οι συνηθέστερες παρερμηνείες σχετικά με το PPC και PAD είναι:

- Πολλοί έχουν την λανθασμένη εντύπωση ότι η απόσταση από την ηχώ του στόχου στο σημείο PPC, δίδει ένδειξη ταχύτητας του στόχου. Το αληθές είναι ότι ο λόγος των αποστάσεων από το πλοίο προς το PPC και από τον στόχο προς το PPC ισούται με τον λόγο των ταχυτήτων πλοίου και στόχου.
- Το μέγεθος μίας περιοχής PAD δίδει μια ένδειξη του πόσο πλησίον ή μακράν ο χειριστής επιθυμεί να παραμείνει από τον στόχο. Πολλοί έχουν την λανθασμένη εντύπωση ότι μία εφαπτομένη γραμμή από το πλοίο προς την περιοχή PAD δίδει ένδειξη του CPA ενώ αυτή η γραμμή δείχνει την πορεία (χωρίς να μεταβληθεί η ταχύτητα) για να επιτευχθεί η ελάχιστη επιθυμητή απόσταση διελεύσεως.
- Τα σημεία PPC ως προς το πλοίο, δύο στόχων οι οποίοι έχουν μεταξύ τους πορεία συγκρούσεως, δυνατόν να απέχουν αρκετά μεταξύ τους. Τούτο διότι πιθανή σύγκρουση του πλοίου με τον καθένα από τους στόχους δυνατόν να συμβεί σε διαφορετικό χρόνο. Επομένως η απλή παρατήρηση των σημείων PPC στόχων με το πλοίο δεν πρέπει να οδηγεί σε συμπέρασμα για πιθανή σύγκρουση ή μη μεταξύ τους, εκτός και αν τα σημεία αυτά συμπίπτουν. Στην τελευταία περίπτωση, το πλοίο για έναν ακόμη λόγο πρέπει να αποφύγει την περιοχή της συμπτώσεως των δύο σημείων.

#### **7.5.4 Καθυστερήσεις στους υπολογισμούς (processing delays)**

Πρέπει να κατανοηθεί σαφώς ότι καθυστερήσεις στην εξαγωγή στοιχείων συμβαίνουν σε όλες τις συσκευές αυτομάτου υποτυπώσεως. Επί πλέον τα φίλτρα παρακολούθησεως καθυστερούν να εντοπίσουν αλλαγές στα κινηματικά στοιχεία των παρακολουθούμενων στόχων και συνεπώς καθυστερεί η εμφάνιση αξιόπιστων στοιχείων. Προς τούτο πρέπει να τοποθετούνται ικανά περιθώρια ασφάλειας για CPA προκειμένου να εκδίδεται έγκαιρα προειδοποίηση κινδύνου συγκρούσεως. Κατά την διάρκεια ελιγμών πλοίου ή και στόχου, οι συσκευές εμφανίζουν στοιχεία τελείως αναξιόπιστα.

Όταν η συσκευή έχει ρυθμιστεί σε αληθή κίνηση ως προς τον βυθό και αυτή τηρείται με την αυτόματη παρακολούθηση ακίνητου στόχου ξηράς, κατά τις αλλαγές πορειών ή και ταχυτήτων, η σταθεροποίηση της εικόνας ως προς τον βυθό δεν είναι αξιόπιστη.

Είναι χρήσιμο να σημειώνεται σε κάθε ευκαιρία, η ταχύτητα αποκρίσεως της συσκευής και η καθυστέρηση στην εξαγωγή σταθεροποιημένων στοιχείων παρακολουθούμενου στόχου, μετά την αλλαγή πορείας ή και ταχύτητας αυτού, η οποία γίνεται αντιληπτή δια οπτικής παρατηρήσεως. Δυνατόν να σημειωθεί διαφορετική ταχύτητα αποκρίσεως σε μεγάλες και μικρές αποστάσεις. Οι καθυστερήσεις αυτές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στις αποφάσεις για χειρισμούς αποφυγής συγκρούσεως.

Επίσης είναι χρήσιμο να παρατηρείται εάν και κατά πόσον τα αληθή ανύσματα των στόχων παραμένουν σταθεροποιημένα όταν το πλοίο εκτελεί χειρισμό, ή σε πόσο χρόνο σταθεροποιούνται μετά την αλλαγή. Εάν σημειώνονται καθυστερήσεις, πρέπει οι χειρισμοί αποφυγής συγκρούσεως να εκτελούνται περισσότερο έγκαιρα.

Εξ αιτίας των καθυστερήσεων αυτών στους υπολογισμούς, δημιουργούνται σφάλματα στην θέση των σημείων PPC τα οποία οδηγούν σε μη ασφαλείς χειρισμούς αποφυγής. Προς τούτο είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται οι περιοχές PAD οι οποίες έχουν μεγαλύτερα περιθώρια ασφαλείας.

#### **7.6 Κίνδυνοι από την υπερβολική εμπιστοσύνη στις συσκευές ARPA**

Η συσκευή ARPA είναι ένα ναυτιλιακό βοήθημα. Οι περιορισμοί της καθώς και οι περιορισμοί του ραντάρ καθιστούν σε ορισμένες περιπτώσεις την συσκευή επικίνδυνη, ιδιαίτερα για τον μη έμπειρο χειριστή, αλλά και για εκείνον ο οποίος εμπιστεύεται την συσκευή περισσότερο από όσο πρέπει. Συνεπώς η συσκευή ARPA αλλά και οποιαδήποτε ναυτιλιακή συσκευή, δεν απαλλάσσει τον ναυτιλόμενο από την υποχρέωση τηρήσεως πάντοτε των κανόνων ασφαλούς φυλακής γέφυρας.

## 7.7 Συμπεράσματα

Με την βοήθεια της συσκευής ARPA, η εκτίμηση της καταστάσεως σε μία ενδεχόμενη εμπλοκή με στόχο σε πορεία συγκρούσεως, δύνανται να πραγματοποιηθεί αρκετά έγκαιρα. Στην συνέχεια ένας ουσιαστικός χειρισμός αποφυγής, ακολουθούμενος από αυστηρή παρακολούθηση του στόχου μετά τον χειρισμό, εξασφαλίζει την ασφαλή διέλευση του πλοίου. Έτσι με την σωστή χρησιμοποίηση της συσκευής ARPA, εκτιμάται ότι το πλοίο δεν θα ευρεθεί ποτέ σε επικίνδυνη κατάσταση.

Η ικανότητα της συσκευής στην υποτύπωση στόχων και στους συναφείς υπολογισμούς σε καμία περίπτωση δεν απαλλάσσει τον ναυτιλόμενο από την υποχρέωσή του να κατανοήσει πλήρως τις βασικές αρχές της παραδοσιακής υποτυπώσεως ραντάρ ώστε να καταστεί ικανός να εφαρμόσει αυτές σε ενδεχόμενη επικίνδυνη κατάσταση, όταν η συσκευή έχει βλάβη. Η απόφαση του υπευθύνου Αξιωματικού Φυλακής για την τακτική αποφυγής συγκρούσεως την οποία εφαρμόζει σε περιορισμένη ορατότητα, εξαρτάται σημαντικά από τις πληροφορίες του ραντάρ, την επικοινωνία με ραδιοτηλέφωνο και την υποτύπωση. Η χρήση ραντάρ όταν διατίθεται και λειτουργεί είναι υποχρεωτική για την εκτίμηση επικίνδυνης καταστάσεως και για την αποφυγή συγκρούσεως. Η γραμμή της σχετικής κινήσεως (echo line) (OA) στην υποτύπωση δίδει την ένδειξη υπάρξεως κινδύνου συγκρούσεως και εάν πράγματι εξελίσσεται μία τέτοια κατάσταση. Εκτελώντας τον χειρισμό αποφυγής και προβλέποντας την γραμμή σχετικής κινήσεως την οποίαν οφείλει να ακολουθήσει ο στόχος μετά τον χειρισμό, ο υπεύθυνος Αξιωματικός Φυλακής είναι βέβαιος ότι ο χειρισμός του έχει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Είναι επιβεβλημένο ο ναυτιλόμενος να καταστεί ικανός να διερμηνεύει και να αξιολογεί τα στοιχεία τα οποία εμφανίζει η συσκευή. Εξ ίσου επιβεβλημένο είναι να εντοπίζει τις καταστάσεις εκείνες στις οποίες η συσκευή παρουσιάζει αναξιόπιστα στοιχεία σε συνάρτηση με τον τρόπο εξελίξεως μίας εμπλοκής όπως αυτό γίνεται αντιληπτό οπτικά, αλλά και από την εικόνα ραντάρ. Γενικά είναι κεφαλαιώδους σημασίας ο ναυτιλόμενος να κατανοήσει τους περιορισμούς της συσκευής και κατά συνέπεια να αποκτήσει πλήρη επίγνωση των κινδύνων οι οποίοι παραμονεύουν όταν δείξει αποκλειστική και τυφλή εμπιστοσύνη στην συσκευή ARPA. Ιδιαίτερα η ανεπιφύλακτη εμπιστοσύνη στην ένδειξη πολύ μικρής αποστάσεως CPA πρέπει να αποφεύγεται. Τα αποδεκτά περιθώρια σφαλμάτων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές IMO, οδηγούν σαφώς στο συμπέρασμα ότι περιπτώσεις εμπλοκής με CPA ακόμη και ένα (1) nm, πρέπει χειρίζονται με εξαιρετική σπουδή και προσοχή.

## 7.8 Θέμα προς μελέτη:

### Σύγκρουση μεταξύ NORWEGIAN DREAM και EVER DECENT

#### 7.8.1 Εισαγωγή

Την 24 Αυγούστου 1999 έλαβε χώρα σύγκρουση μεταξύ του επιβατηγού NORWEGIAN DREAM και του πλοίου μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων EVER DECENT στην περιοχή του Dover περί ώρα 0055 ενώ η κατάσταση ορατότητας ήταν άριστη. Η σύγκρουση ήταν αποτέλεσμα πολλαπλών λαθών από την πλευρά και των δύο πλοίων, σύμφωνα με την αναφορά της ανακριτικής επιτροπής.

Ο Αξιωματικός Φυλακής του NORWEGIAN DREAM δεν κατόρθωσε να ελέγξει μία κατάσταση περίπλοκη με πολλούς στόχους, ήταν υπερβολικά φορτωμένος με υπευθυνότητες, είχε ασαφείς οδηγίες και απέσπασε την προσοχή του σε κρίσιμες στιγμές.

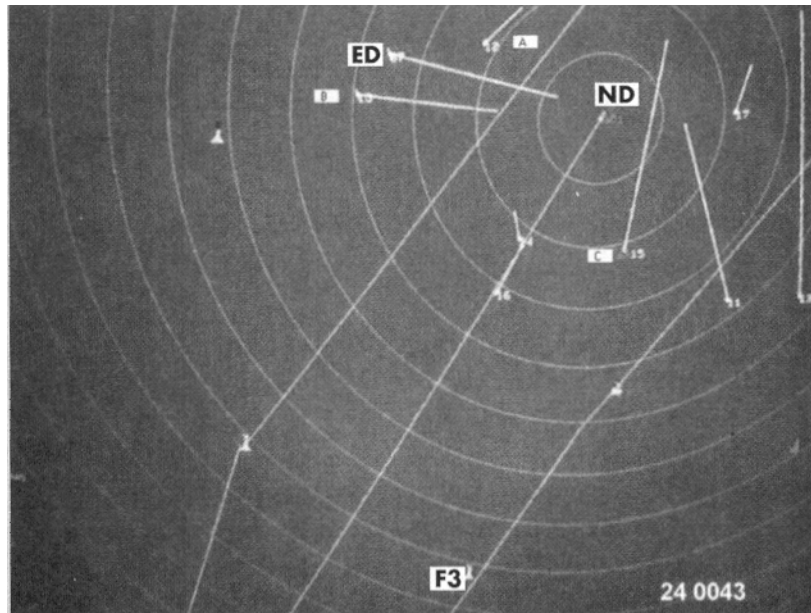
Η ανακριτική επιτροπή απευθύνθηκε σε μία γνωστή Αγγλική ιδιωτική σχολή Εμπορικού Ναυτικού, προκειμένου μέσω προσομοιώσεως να αναπαραγάγει την επικρατούσα κατάσταση πριν από την σύγκρουση, λαμβάνοντας υπόψη τις καταγεγραμμένες κλήσεις VHF και την υποτύπωση ραντάρ από τους παράκτιους σταθμούς ραντάρ.

#### 7.8.2 Ιστορικό

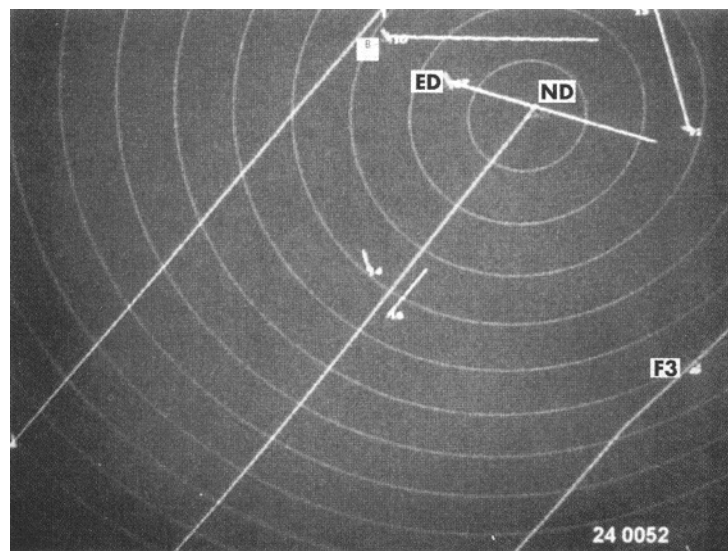
Στην περιοχή υπήρχαν περί τα δέκα (10) πλοία πέριξ του σημαντήρα F3 λίγο πριν το ατύχημα, τέσσερα (4) από τα οποία σε κατάσταση επικίνδυνης προσεγγίσεως με το NORWEGIAN DREAM και το EVER DECENT. Λίγα λεπτά πριν από την σύγκρουση, το NORWEGIAN DREAM ναυσιπλοούσε με πορεία νοτιοδυτική και ταχύτητα 14,5 knots. Το EVER DECENT, πλησίαζε από την δεξιά πλευρά του NORWEGIAN DREAM με πορεία νοτιοανατολική και ταχύτητα 20 knots. Το NORWEGIAN DREAM αν και ευρισκόταν στην ζώνη

διαχωρισμού θαλάσσιας κυκλοφορίας, όφειλε να φυλάξει το EVER DECENT. Το EVER DECENT δεν διέσχισε την ζώνη διαχωρισμού κάθετα ως όφειλε, αλλά με μία γωνία περίπου  $67^\circ$ .

Το NORWEGIAN DREAM προσπερνούσε ένα άλλο πλοίο στην δεξιά του πλευρά με αποτέλεσμα να τηρείται σε ασφαλή απόσταση από το πλοίο αυτό και να μη είναι δυνατόν να στρέψει δεξιά, την στιγμή κατά την οποία το EVER DECENT πλησίαζε επικίνδυνα.



Σχήμα 7-4: Προσομοίωση εικόνας ραντάρ-ARPA με σχετικά ανύσματα στην κλίμακα 6 nm σε χρόνο 0043, μόλις 12 min πριν από την σύγκρουση.

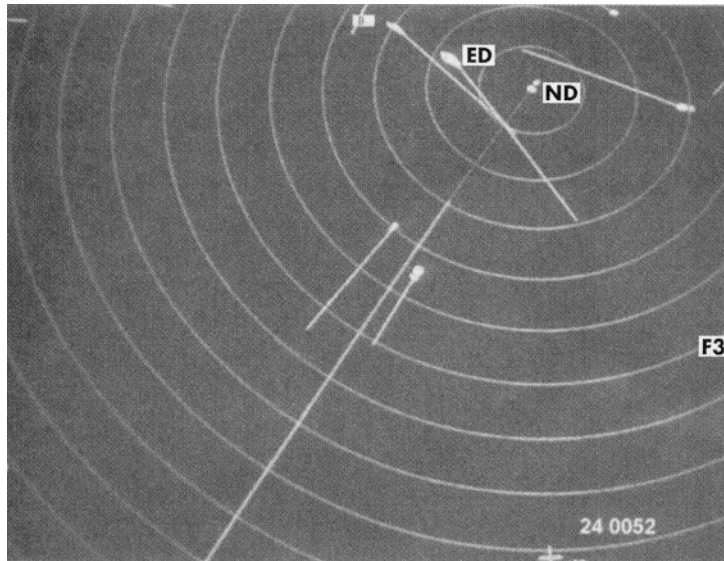


Σχήμα 7-5: Προσομοίωση εικόνας ραντάρ-ARPA με σχετικά ανύσματα στην κλίμακα 6 nm σε χρόνο 0052 μόλις 3 min πριν από την σύγκρουση

Ο Αξιωματικός Φυλακής του EVER DECENT κάλεσε με P/T VHF το NORWEGIAN DREAM μόλις 4-5 min πριν από την σύγκρουση και του ζήτησε να διέλθει από την πρύμη του. Αυτή η προτεινόμενη αλλαγή πορείας θα προκαλούσε επικίνδυνη προσέγγιση του NORWEGIAN DREAM με ένα άλλο πλοίο το οποίο το EVER DECENT

προσπερνούσε και το πλοίο αυτό είχε αλλάξει πορεία προς τα αριστερά για να περάσει από την πρύμη του EVER DECENT. Η ένταση της στιγμής αυτής ώθησε τον Αξιωματικό Φυλακής του NORWEGIAN DREAM σε σύγχυση.

Με την βοήθεια της προσομοίωσης δύναται κανείς να διαπιστώσει, πόσο περίπλοκα εξελίχτηκε η κατάσταση και πόσο δύσκολο ήταν να εξεύρει κανείς μία εύκολη λύση απεμπλοκής. Τα σχήματα 7-4 και 7-5 παρουσιάζουν την κατάσταση της ναυτιλιακής κινήσεως στην περιοχή με σχετικά ανύσματα σε χρόνο 12 και 3 min πριν από την σύγκρουση. Το σχήμα 7-6 παρουσιάζει την κατάσταση της ναυτιλιακής κινήσεως στην περιοχή με αληθή ανύσματα 3 min πριν από την σύγκρουση.



Σχήμα 7-6: Προσομοίωση εικόνας ραντάρ-ARPA με αληθή ανύσματα στην κλίμακα 6 nm σε χρόνο 0052 μόλις 3 λεπτά πριν από την σύγκρουση

Όταν ο Αξιωματικός Φυλακής του NORWEGIAN DREAM διαπίστωσε ότι η σύγκρουση ήταν πιθανή, πραγματοποίησε μία αλλαγή πορείας προς τα δεξιά. Η αλλαγή ήταν μικρή και όχι έγκαιρη. Αποτέλεσμα ήταν το NORWEGIAN DREAM να εμβολίσει με την πλώρη του την αριστερή πλευρά του EVER DECENT, προκαλώντας στο EVER DECENT πυρκαγιά στα εμπορευματοκιβώτια και εκτεταμένες διαρροές, ενώ το NORWEGIAN DREAM υπέστη σοβαρές βλάβες στην πλώρη του. Ευτυχώς δεν τραυματίστηκε κανείς από τα δύο πλοία.

### 7.8.3 Διδάγματα

Η ανακριτική επιτροπή έριξε ευθύνη στον Αξιωματικό Φυλακής του NORWEGIAN DREAM διότι δεν κατάφερε να αντιληφθεί την εξελισσόμενη σε σύγκρουση κατάσταση, ώστε να λάβει σωστή απόφαση για έγκαιρο και αποτελεσματικό χειρισμό αποφυγής συγκρούσεως.

Η προσοχή του αποσπάστηκε σε κρίσιμη στιγμή διότι εκλήθη από ένα μέλος του πληρώματος να επιθεωρήσει και να υπογράψει το βιβλίο απορριμμάτων. Αυτή η απόσπαση προσοχής διήρκεσε 3 ολόκληρα min, τα οποία θα έπρεπε να είχαν αφιερωθεί στην εκτίμηση της καταστάσεως. Η απασχόλησή του με το ημερολόγιο απορριμμάτων και η κλήση P/T του EVER DECENT, συνέβησαν ενώ η κατάσταση εξελισσόταν επικίνδυνα σε σύγκρουση.

Στην γέφυρα του NORWEGIAN DREAM και τα δύο ραντάρ, S και X band, με τις διατιθέμενες δυνατότητες ARPA, λειτουργούσαν σε άριστη κατάσταση με σταθεροποίηση εικόνας ως προς τον βυθό. Ο Αξιωματικός Φυλακής όφειλε να γνωρίζει ότι για αποφυγή συγκρούσεως αυτή η επιλογή δεν είναι κατάλληλη, αν και αυτό δεν συντέλεσε στην σύγκρουση. Υπό το κράτος συγχύσεως, ο Αξιωματικός Φυλακής παρερμήνευσε τα αληθή ανύσματα και θεώρησε ότι δείχνουν τις εγγύτερες αποστάσεις διελεύσεως.

Ο Πλοίαρχος του NORWEGIAN DREAM κατηγορήθηκε διότι δεν εκτίμησε την μεγάλη ευθύνη την οποία εναπόθεσε στον Αξιωματικό Φυλακής, εγκαταλείποντας την γέφυρα σε ένα μόνο άτομο αν και γνώριζε ότι στην συγκεκριμένη περιοχή η ναυτιλιακή κίνηση ήταν υπερβολικά πυκνή. Παρά ταύτα ο Αξιωματικός Φυλακής όφειλε καλέσει συνδρομή σε αυτή την περίπτωση.

Το EVER DECENT κατηγορήθηκε ότι δεν προέβη σε ενέργεια για να αποφύγει την σύγκρουση εκτός από την εκπομπή προειδοποίησης με το P/T VHF. Η πρόταση προς NORWEGIAN DREAM ήταν να περάσει από την πρύμη του EVER DECENT. Ο Αξιωματικός Φυλακής του EVER DECENT όφειλε να είχε πλήρη επίγνωση ότι το πλοίο το οποίο μόλις είχε προσπεράσει, είχε αλλάξει πορεία προς τα αριστερά για να διέλθει από την πρύμη του. Θα όφειλε επίσης να είχε πλήρη επίγνωση ότι το NORWEGIAN DREAM, λόγω της σχετικής θέσεώς του ίσως να μη ήταν δυνατόν να διαγνώσει έγκαιρα την αλλαγή πορείας του άλλου πλοίου.

Η αναφορά της ανακριτικής επιτροπής συνέστησε τον επανασχεδιασμό των ζωνών θαλάσσιας κυκλοφορίας στην περιοχή γύρω από τον σημαντήρα F3 καθόσον η ναυτιλιακή κίνηση στην περιοχή είναι υπερβολικά μεγάλη.





1. Radar and ARPA Manual, A.G. Bole and W.O. Dineley (Oxford Butterworth-Heinemann Professional Publishing, 1990).
2. Radar Observer's Handbook for Merchant Navy Officers, 8<sup>th</sup> ed, W. Burger (Glasgow, Brown, Son and Ferguson, 1992).
3. Introduction to Radar Systems, 3<sup>rd</sup> ed, Merrill I. Skolnik (McGraw-Hill Book Company, 2000).
4. Pub. 1310 Radar Navigation and Maneuvering Board Manual, 7<sup>th</sup> ed. 2001, National Imagery and Mapping Agency<sup>1</sup>.
5. A Guide to the Collision Avoidance Rules, 6<sup>th</sup> ed., A.N. Cockcroft and J.N.F. Lameijer (Oxford Butterworth-Heinemann Professional Publishing, 2004).
6. Marine Electronic Navigation, 2<sup>nd</sup> ed., S.F. Appleyard, R.S. Linford, P. Yarwood (Routledge & Kegan Paul, 1988).
7. Pub. No.9, The American Practical Navigator, An Epitome of Navigation, 2002, bicentennial edition, National Imagery and Mapping Agency (Chapter 13: Radar Navigation).
8. Admiralty Manual of Navigation, Volume 1, revised 1987, Her Majesty's Stationery Office (Chapter 15: Radar, Blind Pilotage).
9. Radar Afloat, 1<sup>st</sup> ed. Tim Bartlett (Fernhurst Books, 2001).
10. The Radar Book – Effective Navigation and Collision Avoidance, 1<sup>st</sup> ed. Kevin Monahan (FineEdge.com LLC, 2004).
11. Radar for Mariners, 1<sup>st</sup> ed. David Burch (McGraw-Hill, 2005)
12. DECCA Ship's Manual, Group 12 Anti-collision and True Motion Marine Radars, Racal – Decca Marine Radar Limited.
13. BridgeMaster 'E' Radar User Guide, Litton Marine Systems, 2000.
14. IMO model course 'Radar Navigation Radar Plotting and Use of ARPA' (model course 1,07).
15. IMO RESOLUTION A.477 (XII): PERFORMANCE STANDARDS FOR RADAR EQUIPMENT.
16. IMO RESOLUTION A.482(XII): TRAINING IN THE USE OF AUTOMATIC RADAR PLOTTING AIDS (ARPA).
17. IMO RESOLUTION A. 823(19): PERFORMANCE STANDARDS FOR AUTOMATIC RADAR PLOTTING AIDS (ARPA's).
18. MCA (Maritime Coastguard Agency) MGN 63 (M+F): USE OF ELECTRONIC AIDS TO NAVIGATION.
19. MCA (Maritime Coastguard Agency) MGN 27 (M+F): DANGERS IN THE USE OF VHF RADIO IN COLLISION AVOIDANCE.

---

<sup>1</sup> Οι εκδόσεις της National Imagery and Mapping Agency είναι διαθέσιμες στην ιστοσελίδα <http://pollux.nss.nima.mil>

