

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΚΑΡΙΝΙΩΤΑΚΗΣ
ΠΛΟΙΑΡΧΟΣ Π.Ν.

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΒΛΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗ



ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 1989

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό φέρει τον τίτλο **ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΒΛΗΤΙΚΗ και ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗ** και είναι το δεύτερο μιας σειράς τριών βιβλίων που καλύπτουν όλο το φάσμα της **ΒΛΗΤΙΚΗΣ, ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗΣ και ΚΑΤΕΥΘΥΝΟΜΕΝΩΝ ΒΛΗΜΑΤΩΝ**. Στη σειρά αυτή τα διάφορα θέματα εξετάζονται από το οπτικό πρίσμα πάντοτε ενδιαφέροντος, του Πολεμικού Ναυτικού.

Στο βιβλίο αυτό ιδιαίτερα, καταβλήθηκε προσπάθεια όπως, η ύλη του είναι συγκεντρωμένη και ταξινομημένη κατά τρόπο ώστε ν' αποτελεί μια ολοκληρωμένη ενότητα, ανταπροκρινόμενη κατά το δυνατό στις εκπαιδευτικές και εφαρμοσμένες απαιτήσεις.

Στο τέλος κάθε κεφαλαίου και όπου τούτο ήτο δυνατό προσετέθει μία σειρά ερωτήσεων και προβλημάτων τα οποία σκοπό έχουν να εμβαθύνουν στο σύνολο του περιεχομένου του και να τονίσουν ορισμένες πτυχές του οι οποίες παρουσιάζουν ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Τα τρία (3) πρώτα κεφάλαια του Βιβλίου αυτού αναφέρονται στην Εξωτερική Βλητική και τα επόμενα στην Πυροβολική. Η συνύπαρξη Εξωτερικής Βλητικής και Πυροβολικής σ' αυτό το βιβλίο εκτιμάται ότι αποτελεί ένα έμμεσο τρόπο να προβληθεί η ανάγκη των θεωρητικών και εμπειρικών γνώσεων στην επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα του Πυροβολικού και του Οπλισμού γενικώτερα, ανεξάρτητα από την εξελικτική πορεία της Τεχνολογίας.

Κωνσταντίνος Καρινιωτάκης

Πλοίαρχος Π.Ν.

1989

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΒΛΗΤΙΚΗ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι λέξεις ΒΛΗΤΙΚΗ (BALLISTICS) και ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗ (GUNNERY) είναι λέξεις "κλειδιά" αποτελούντες εννοιολογικά τον πυρήνα της δομής και αναπτύξεως της ύλης του βιβλίου αυτού.

Οι ορισμοί αυτών των λέξεων είναι αντίστοιχα οι ακόλουθοι:

"Βλητική είναι η θεωρητική επιστήμη η οποία μελετά την κίνηση ενός βλήματος και όλα τα φαινόμενα τα οποία παρατηρούνται κατά την κίνηση αυτή" και "Πυροβολική είναι η εφαρμοσμένη επιστήμη η οποία λαμβάνουσα υπόψη τα συμπεράσματα της βλητικής προσπαθεί να αναπτύξει τα μέσα εκείνα και τις μεθόδους που απαιτούνται για να μπορεί ένα βαλλόμενο από πυροβόλο όπλο βλήμα, να επιτελέσει επιθυμητή ενέργεια".

Από τους ορισμούς αυτούς διαπιστώνεται τόσο η σχέση όσο και η διαφορά που υπάρχει μεταξύ Βλητικής και Πυροβολικής. Η Πυροβολική ιδιαίτερα ενδιαφέρεται όχι μόνο για τα υλικά μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται η βολή ενός βλήματος αλλά και για τις διαδικασίες εκείνες οι οποίες θα πρέπει να εφαρμοστούν για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Θα πρέπει δε να διευκρινιστεί ότι η Πυροβολική από την άποψη ενδιαφέροντος και δυνατοτήτων δεν περιορίζεται σε εχθρικές μόνο αρνητικές ενέργειες αλλά και σε θετικές ενέργειες επ' ωφελεία φιλιων δυνάμεων όπως π.χ. φωτισμός περιοχής, εξουδετέρωση επικινδύνου επιπλέοντος σώματος κ.λ.π.

Η Βλητική διακρίνεται περαιτέρω σε δύο κλάδους την εσωτερική και εξωτερική Βλητική. Εξ' αυτών, η μεν εσωτερική Βλητική (interior ballistics) η οποία με-

λετά την κίνηση του βλήματος μέσα στον σωλήνα του πυροβόλου, αναπτύχθηκε στο πρώτο βιβλίο της σειράς η δε εξωτερική Βλητική (exterior ballistics) η οποία μελετά την κίνηση του βλήματος στην ατμόσφαιρα είναι αντικείμενο του βιβλίου αυτού.

Αναλυτικότερα **“Εξωτερική Βλητική”** είναι ο κλάδος της Βλητικής ο οποίος μελετά την κίνηση του βλήματος στην ατμόσφαιρα καθώς επίσης και όλους τους παράγοντες οι οποίοι επιδρούν στην κίνηση αυτή.

Τα επόμενα δύο (2) κεφάλαια του Βιβλίου αυτού αναφέρονται στην Εξωτερική Βλητική, και εξετάζονται σ’ αυτά αντίστοιχα η κίνηση του βλήματος στο κενό και η κίνηση του βλήματος στην ατμόσφαιρα.

Είναι προφανές ότι η ανάλυση της κινήσεως του βλήματος στην ατμόσφαιρα είναι αρκετά δύσκολη και απαιτεί ιδιαίτερες γνώσεις Φυσικής και Μαθηματικών. Η μελέτη επίσης της κινήσεως του βλήματος στην ατμόσφαιρα υπό την επίδραση του πεδίου της γήινης βαρύτητας μόνο (κίνηση στο κενό) αν και θεωρητική, παρέχει χρήσιμα γενικά συμπεράσματα. Για τους λόγους αυτούς κρίθηκε σκόπιμο να αναλυθεί κατ’ αρχή η μελέτη της κινήσεως του βλήματος στο κενό και να επακολουθήσει η ανάλυση της κινήσεως του βλήματος στην ατμόσφαιρα ώστε να υπάρξει μία καλύτερη πρόσβαση για την κατανόηση σε βάθος του θέματος.

1.2. ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΒΛΗΤΙΚΗΣ

Για τη μελέτη της Εξωτερικής Βλητικής είναι προφανές ότι κατ’ αρχή θα πρέπει να οριστεί ένα κατάλληλο σύστημα συντεταγμένων. Συνήθως στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων. Ανεξάρτητα όμως από το σύστημα συντεταγμένων που θα επιλεγεί, η αρχή του πάντα θεωρείται ότι συμπίπτει με το σημείο εκείνο του χώρου στο οποίο το βλήμα εξέρχεται από τον σωλήνα του πυροβόλου και αρχίζει να κινείται στην ατμόσφαιρα με αρχική ταχύτητα V_i . Εκτός αν διαφορετικά καθορίζεται, η αρχή των αξόνων θεωρείται επίσης ότι βρίσκεται στην επιφάνεια της θάλασσας (υψόμετρο μηδέν).

Στη συνέχεια και προκειμένου όπως μελετηθεί η κίνηση του Βλήματος στην ατμόσφαιρα, είναι απαραίτητο να ορισθούν τα ακόλουθα βασικά φυσικά μεγέθη

και παράμετροι:

α. Σκοπευτική γραμμή

Είναι η ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων και από ένα παρατηρούμενο σημείο στο χώρο. Συνήθως σύντμηση L.O.S. από τα αρχικά Line of Sight.

β. Σημείο πτώσεως (H)

Το σημείο στο οποίο το καθοδικό τμήμα της τροχιάς του βλήματος συναντά το οριζόντιο επίπεδο.

γ. Βεληνεκές (γ)

Η απόσταση του σημείου πτώσεως από την αρχή των συντεταγμένων.

δ. Γωνία αναχωρήσεως (φ)

Η γωνία την οποία σχηματίζει το διάνυσμα της αρχικής ταχύτητας V_i με το οριζόντιο επίπεδο.

ε. Γωνία βολής (φ')

Η γωνία την οποία σχηματίζει το διάνυσμα της αρχικής ταχύτητας V_i με την σκοπευτική γραμμή.

ζ. Γωνία θέσεως (P)

Η γωνία την οποία σχηματίζει η σκοπευτική γραμμή με το οριζόντιο επίπεδο.

η. Μένουσα ταχύτητα (V)

Η ταχύτητα του Βλήματος σε ένα τυχόν σημείο της τροχιάς του.

θ. Ταχύτητα πτώσεως (V_w)

Η ταχύτητα του βλήματος στο σημείο πτώσεως.

ι. Γωνία πτώσεως (ω)

Η γωνία την οποία σχηματίζει το διάνυσμα της ταχύτητας πτώσεως με το οριζόντιο επίπεδο.

κ. Χρόνος πτήσεως (T)

Ο χρόνος που απαιτείται για να κινηθεί το βλήμα από την αρχή των αξόνων του συστήματος αναφοράς μέχρι το σημείο πτώσεως.

λ. Σημείο κορυφής (S)

Το υψηλότερο σημείο της τροχιάς (το σημείο της τροχιάς με τη μεγαλύτερη τεταγμένη).

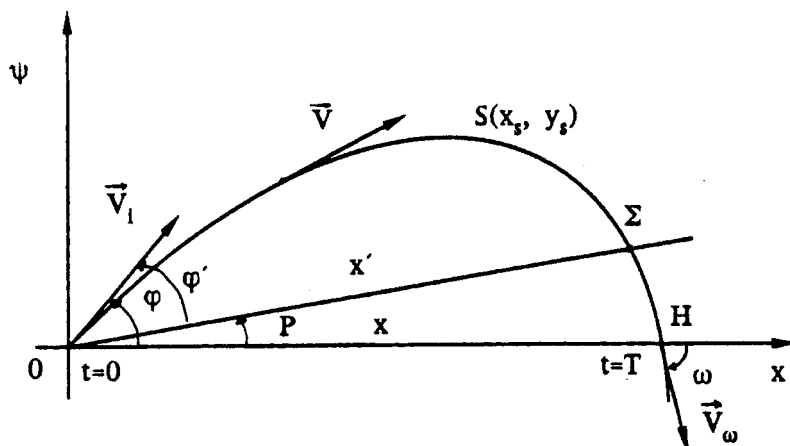
μ. Βέλος τροχιάς

Η τεταγμένη του σημείου κορυφής.

ν. Επίπεδο Βολής

Είναι το επίπεδο που ορίζεται από την κατακόρυφο στο σημείο που το βλήμα θεωρείται ότι εξέρχεται από τον σωλήνα του πυροβόλου και από το διάνυσμα της αρχικής ταχύτητας του βλήματος.

Στο σχήμα 1.2-1 παρουσιάζεται σε σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων μία τυπική τροχιά καθώς επίσης και τα προαναφερθέντα φυσικά μεγέθη και παράμετροι.



Σχήμα 1.2-1: Απεικόνιση τροχιάς βλήματος σε σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων σε δύο διαστάσεις

Ξ. Ο αριθμός "mach"

Ο αριθμός "mach" που συμβολίζεται με το γράμμα M είναι ένας καθαρός αριθμός που παρουσιάζει τη σχέση της ταχύτητας του βλήματος στην ατμόσφαιρα προς την ταχύτητα του ήχου σ' αυτή. Είναι δηλαδή:

$$M = \frac{V}{a}$$

όπου: V = η ταχύτητα του Βλήματος

a = η ταχύτητα του ήχου

Σε ξηρό αέρα η ταχύτητα του ήχου στην ατμόσφαιρα εξαρτάται από την θερμοκρασία μόνο. Έτσι στην θερμοκρασία των 15°C η ταχύτητα του ήχου είναι $340,429 \text{ m/sec}$.

Σε υγρό αέρα η ταχύτητα του ήχου είναι λίγο μεγαλύτερη, π.χ. στους 15°C πίεση 760 Torr και σχετική υγρασία 100% , η ταχύτητα του ήχου είναι $341,20 \text{ m/sec}$.

Συνήθως και για τις πρακτικές εφαρμογές, η ταχύτητα του ήχου στην ατμό-

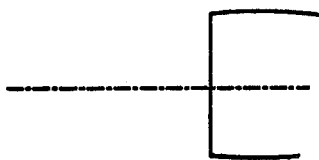
σφαίρα λαμβάνεται γενικά ίση με 340 m/sec.

Όταν ο αριθμός "mach" M είναι μικρότερος της μονάδας, τότε προφανώς πρόκειται για υποχητικές ταχύτητες ενώ αντίθετα όταν M είναι μεγαλύτερο της μονάδας πρόκειται για υπερχητικές ταχύτητες. Στα βλήματα πυροβολικού και για κίνηση τους στην ατμόσφαιρα μέχρι και του δραστικού των Βεληνεκούς, η ταχύτητά τους κατά κανόνα είναι υπερχητική κυμαινόμενη από 1,5 έως 3,5 M .

ο. Γωνία κορυφής Βλήματος

Ένα ιδιαίτερο κατασκευαστικό στοιχείο του Βλήματος το οποίο χρησιμοποιείται κατά τους υπολογισμούς της αντιστάσεως του αέρα είναι η γωνία κορυφής αυτού (vertex angle).

Στα βλήματα πυροβολικού κατά κανόνα η εξωτερική επιφάνεια της κορυφής των είναι διαμορφωμένη με μία ορισμένη ακτίνα καμπυλότητας όπως στο σχήμα 1.2-2 φαίνεται:



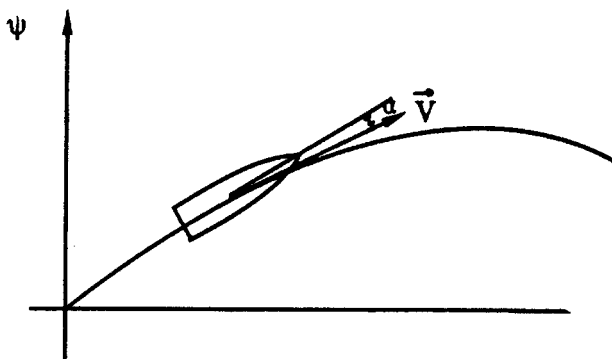
Σχήμα 1.2-2: Γωνία κορυφής Βλήματος

Εάν δύο ομοεπίπεδες εφαπτόμενες (e_1) και (e_2) αχθούν από την κορυφή του βλήματος, τότε η γωνία 2γ την οποία σχηματίζουν μεταξύ τους ονομάζεται "γωνία κορυφής βλήματος". Το ήμισυ αυτής η γωνία γ (semi-vertex angle) ορίζεται από τον διαμήκη άξονα συμμετρίας του βλήματος και από μία από τις προαναφερθείσες εφαπτόμενες.

π. Γωνία προσβολής

Όλα τα βλήματα πυροβολικού ως γνωστό είναι συμμετρικά εκ περιστροφής, κατά την κίνησή τους δε στην ατμόσφαιρα, ο διαμήκης των άξονας σχηματίζει μία γωνία με την κατεύθυνση του διανύσματος της ταχύτητας του βλήματος το οποίο είναι εφαπτόμενο της τροχιάς στο υπ' όψη σημείο όπως στο σχήμα (1.2-3) φαίνεται.

Η γωνία αυτή που συμβολίζεται με το γράμμα α καλείται "γωνία προσβολής βλήματος". Με την παραδοχή ότι το βλήμα κινείται σε αξονική ροή κατά την κίνησή του στην ατμόσφαιρα, η γωνία αυτή μηδενίζεται. Επειδή δε η γωνία προσβολής α έχει πολύ μικρή επίδραση στο μέγεθος της αντιστάσεως του αέρα D (οπισθέλκουσας), με την προαναφερθείσα παραδοχή μπορεί να υπολογιστεί με ικανοποιητική ακρίβεια το Βεληνεκές και ο χρόνος πτήσεως του βλήματος.



Σχήμα 1.2-3: Γωνία Προσβολής Βλήματος

Αντίθετα η ύπαρξη της γωνίας προσβολής α , έχει σημαντική επίδραση στην πλάγια εκτροπή του βλήματος λόγω της παρουσίας της "δυναμικής ανώσεως" (lifting) η οποία δεν εξασκείται απαραίτητως προς τα επάνω μόνο. Η παρουσία της δυνάμεως αυτής έχει σαν συνέπεια ένα δεξιόστροφο βλήμα να εκτρέπεται δεξιά της τροχιάς του όπως αναλυτικά ερμηνεύεται το φαινόμενο αυτό στην περιγραφή της φυσικής εκτροπής του βλήματος στην παράγραφο 3.5.

1.3. ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΟΥ ΕΠΕΝΕΡΓΟΥΝ ΣΤΟ ΒΛΗΜΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Σε ένα βλήμα που κινείται στην ατμόσφαιρα επενεργούν οι ακόλουθες δυνάμεις:

α. Η δύναμη της Βαρύτητας (w)

Η δύναμη αυτή οφείλεται στο πεδίο έλξεως της γης.

β. Η αντίσταση του αέρα (D)

Η δύναμη αυτή γενικά αναπτύσσεται σε κάθε σώμα το οποίο βρίσκεται σε σχετική κίνηση ως προς τον αέρα.

γ. Η φυγόκεντρος δύναμη

Η δύναμη αυτή εμφανίζεται σε παρατηρητή της τροχιάς ενός βλήματος που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης και μετέχει στην περιστροφική της κίνηση.

δ. Η Coriolis δύναμη

Και η δύναμη αυτή οφείλεται επίσης στην περιστροφή της γης και εμφανίζεται σε παρατηρητή που βρίσκεται στην επιφάνεια της μετέχοντας στην κίνηση αυτή.

ε. Δυνάμεις λόγω περιστροφικής κινήσεως Βλήματος

Για ένα Βλήμα το οποίο εκτελεί και περιστροφική κίνηση γύρω από τον άξονά του (διαμήκη άξονα συμμετρίας) κατά την πτήση του στην ατμόσφαιρα επενεργούν οι ακόλουθες δυνάμεις:

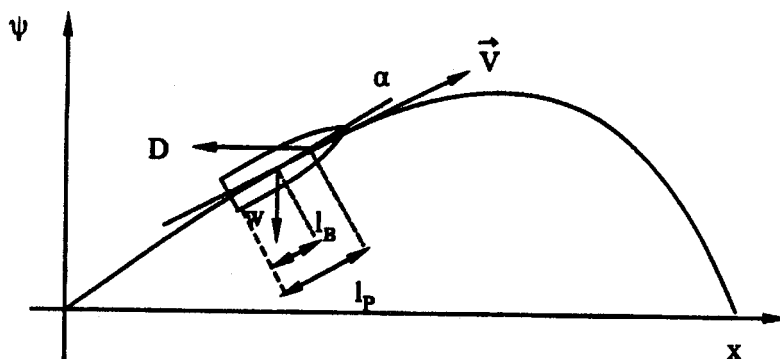
- (1). Οι δυνάμεις Magnus (Magnus Forces)
- (2). Το ζεύγος Magnus (Magnus Couple)
- (3). Η δυναμική άνωση (Lifting)

- (4). Οι ροπές ταλαντώσεως (Yawing moments)
- (5). Δυνάμεις αποσβέσεως (Damping of Spin).

Στην περίπτωση που επιχειρείται μία ανάλυση της κινήσεως ενός Βλήματος στην ατμόσφαιρα υπό την επίδραση όλων αυτών των δυνάμεων (σε έξι βαθμούς ελευθερίας) ασφαλώς το θέματα γίνεται αρκετά περίπλοκο. Στα πλαίσια όμως που το θέμα άπτεται του ενδιαφέροντος της Πυροβολικής, η θεωρητική του ανάλυση από την βλητική μπορεί ικανοποιητικά να υλοποιηθεί με ορισμένες παραδοχές όπως αυτές αναφέρονται αναλυτικά στα επόμενα κεφάλαια. Κατ' αυτόν τον τρόπο δύο και μόνο δυνάμεις ενδιαφέρουν ουσιαστικά, η βαρύτητα και η αντίσταση του αέρα. Οι δυνάμεις αυτές αναλύονται λεπτομερέστερα στις επόμενες παραγράφους. Για τυχόν δε περισσότερες πληροφορίες για τις υπόλοιπες δυνάμεις που επενεργούν στο Βλήμα ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να ανατρέξει στην Βιβλιογραφία.

1.4. Η ΔΥΝΑΜΗ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ

Η δύναμη αυτή επενεργεί στο κέντρο βάρους του βλήματος όπως στο σχήμα (1.4-1) φαίνεται και οφείλεται στο πεδίο έλξεως της γης.



Σχήμα 1.4-1: Η βαρύτητα και η αντίσταση του αέρα

Η θεωρητική τιμή της επιταχύνσεως που αντιστοιχεί στην δύναμη της βαρύτητας στην επιφάνεια της γης συναρτήσει του γεωγραφικού πλάτους από την Βλητική θεωρείται γενικά ίση με

$$g = 9,7805 (1 + 0,000529 \eta\mu^2\varphi) \text{ m/sec}^2$$

Σε πρακτικές εφαρμογές συνήθως λαμβάνεται $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$ ή $g = 32,19 \text{ ft/sec}^2$. Οι ίδιες αυτές τιμές επίσης χρησιμοποιούνται και στα προβλήματα του βιβλίου αυτού.

1.5. Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ D (DRAG)

α. Γενικά

Κάνοντας κατ' αρχήν μια ιστορική αναδρομή στην προσπάθεια που έχει γίνει κατά καιρούς από διαφόρους μελετητές για τον υπολογισμό της αντιστάσεως του αέρα κατά την κίνηση ενός βλήματος στην ατμόσφαιρα, έχουμε να παρατηρήσουμε ότι πρώτος ο Νεύτων καθόρισε θεωρητικά ότι η επιβράδυνση λόγω της δυνάμεως αυτής είναι γενικά ανάλογη προς το τετράγωνο της ταχύτητας του κινητού. Από τα μέσα δε του 17^{ου} αιώνα άρχισαν να εκτελούνται πειράματα τόσο στην Αγγλία όσο και στη Γαλλία για την μέτρηση της επιβραδύνσεως αυτής.

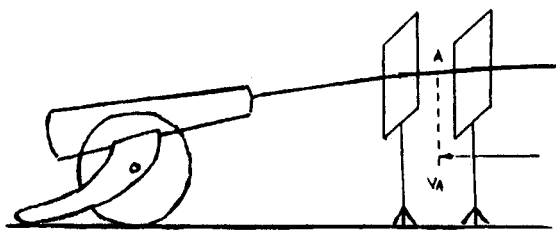
Με την ανακάλυψη του χρονογράφου έγινε δυνατό στις αρχές του 18^{ου} αιώνα ο πειραματικός υπολογισμός με ικανοποιητική ακρίβεια της επιβραδύνσεως λόγω της αντιστάσεως του αέρα. Κατά τα εν λόγω πειράματα εχρησιμοποιούντο δύο χρονογράφοι οι οποίοι ετοποθετούντο σε ένα βαλλιπέδιο μπροστά από το πυροβόλο και σε καθορισμένη μεταξύ τους απόσταση, κατά τρόπο που η δι' αυτών διερχόμενη τροχιά βλήματος να είναι δυνατόν να θεωρηθεί ευθυτενής, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.5-1. (Σήμερα βέβαια χρησιμοποιούνται σύγχρονα μέσα για παρόμοιες μετρήσεις, όπως ραντάρ και ειδικές φωτογραφικές μηχανές).

Κάθε χρονογράφος που αποτελείτο από δύο πλαίσια σε πολύ μικρή και σταθερή μεταξύ τους απόσταση κατέγραφε τον χρόνο που το βλήμα έκανε να διανύσει τα δύο του πλαίσια. Θεωρώντας δε κατά ικανοποιητική προσέγγιση ότι η ταχύτητα του βλήματος κατά την κίνηση του μεταξύ των δύο πλαισίων του χρονογράφου παρέμενε σταθερή, υπελογίζετο η εν λόγω ταχύτητα από το πηλίκο της αποστάσεως των πλαισίων προς τον αντίστοιχο χρόνο. Η μετρούμενη τέλος επιβράδυνση του βλήματος λόγω της αντιστάσεως του αέρα υπελογίζετο τελικά από το πηλίκο $\Delta v / \Delta t$ όπου Δv η διαφορά των δύο ταχυτήτων που μετρούσαν οι δύο χρονογράφοι και Δt ο χρόνος που μεσολάβησε για την κίνηση του βλήματος από τον πρώτο χρονογράφο στον δεύτερο. Ο χρόνος αυτός ήταν δυνατόν να υπολογι-

στεί κατά προσέγγιση από το πηλίκιο της αποστάσεως των δύο χρονογράφων προς την μέση ταχύτητα του βλήματος κατά την κίνηση του από τον ένα χρονογράφο στον άλλο.

Κατ' αυτόν τον τρόπο αν l ήταν η μεταξύ των δύο χρονογράφων απόσταση και V_A , V_B οι ταχύτητες του βλήματος που μετρούντο από τον πρώτο και δεύτερο χρονογράφο αντίστοιχα, τότε η μέση επιβραδύνση του βλήματος λόγω της αντιστάσεως του αέρα κατά την κίνηση του από τον ένα χρονογράφο στον άλλο ήταν κατά προσέγγιση ίση με:

$$\gamma_D = \frac{(V_A - V_B) \cdot (V_A + V_B)}{2l}$$



Σχήμα 1.5-1: Πειραματική μέτρηση της επιβραδύνσεως της αντιστάσεως του αέρα με χρονογράφους

Εκτός όμως από πειραματικές μετρήσεις αναπτύχθηκαν και διάφορες θεωρίες που βοηθούσαν τον υπολογισμό της αντιστάσεως του αέρα και της λόγω της αντιστάσεως αυτής επιβραδύνσεως του βλήματος. Οι σπουδαιότερες θεωρίες υπολογισμού της αντιστάσεως του αέρα (οπισθελκούμενες) από αυτές που κατά καιρούς διατυπώθηκαν είναι:

- (1). Τον Siacci
- (2). Τον εργαστασίου Krupp της Γερμανίας
- (3). Τον Dupuis
- (4). Ο νόμος του Mayevski (Ρώσος φυσικός 1880)
- (5). Της επιτροπής Gavre (Γαλλία 1888)

Κάθε μια από τις θεωρίες αυτές εστηρίζετο σε συγκεκριμένο μοντέλο Βλήμα-

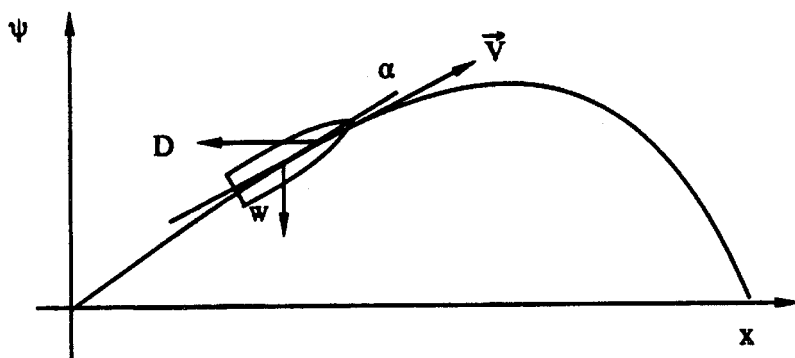
τος και παραδοχές και απέβλεπε σε κάποιο σκοπό που συσχετιζέτο με συγκεκριμένες ανάγκες της Πυροβολικής.

Για περισσότερες πληροφορίες για τις θεωρίες αυτές ο ενδιαφερόμενος μπορεί να ανατρέξει στη Βιβλιογραφία. Σήμερα όμως με τα δεδομένα της Αεροδυναμικής και της δυνατότητας των ηλεκτρονικών υπολογιστών η αντίσταση του αέρα D , υπολογίζεται σχετικά εύκολα, με απόλυτη σχεδόν ακρίβεια για μία πλήρη τροχιά και χωρίς τις παραδοχές εκείνες που επέβαλε η δυσχέρεια υπολογισμών με μεταβλητές παραμέτρους.

β. Υπολογισμός της αντιστάσεως του αέρα

Η αντίσταση του αέρα D η οποία εξασκείται σ' ένα Βλήμα κατά την πτήση του στην ατμόσφαιρα είναι μία συνεχώς μεταβαλλόμενη δύναμη τόσο κατά το μέτρο της όσο και κατά τη διεύθυνση της και το σημείο εφαρμογής της. Τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι οι παράγοντες των οποίων αποτελεί συνάρτηση, είναι συνεχώς μεταβαλλόμενοι. Συγκεκριμένα η αντίσταση του αέρα D είναι συνάρτηση των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών του βλήματος, των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας μέσα στην οποία τούτο κινείται, της μεταφορικής και περιστροφικής του ταχύτητας, καθώς επίσης και των αντίστοιχων επιταχύνσεων.

Το διάνυσμα της αντιστάσεως του αέρα είναι παράλληλο και αντίρροπο προς το διάνυσμα της ταχύτητας του Βλήματος όπως στο σχήμα (1.5-2) φαίνεται:



Σχήμα 1.5-2: Η αντίσταση του αέρα D

Η δύναμη αυτή εξασκείται στο κέντρο πίεσεως P του βλήματος το οποίο γε-

νικά βρίσκεται πάνω στον διαμήκη άξονα συμμετρίας και λίγο πιο μπροστά από το κέντρο βάρους.

Η εκάστοτε ακριβής θέσης του σημείου P εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του βλήματος, την ταχύτητα του και τη γωνία προσβολής.

Από την Αεροδυναμική, η αντίσταση του αέρα D για αξονική ροή, όπου η γωνία προσβολής α είναι μηδέν, δίδεται από τη σχέση:

$$D = q \cdot A \cdot C_D \quad (1.5-1)$$

όπου: q = η δυναμική πίεση

A = η μέγιστη διατομή του Βλήματος

C_D = συντελεστής αντιστάσεως του αέρα (drag coefficient)

(1). Η δυναμική πίεση q

Η δυναμική πίεση q είναι συνάρτηση της πυκνότητας του αέρα και της ταχύτητας του βλήματος και ισούται με

$$q = \frac{1}{2} \rho V^2 \quad (1.5-2)$$

όπου ρ: η πυκνότητα της ατμοσφαιρας στο υπ' όψη σημείο της τροχιάς

V: η ταχύτητα του Βλήματος στο ίδιο σημείο.

Στην περίπτωση όπου το εν λόγω σημείο ευρίσκεται σε ύψος ψ από την επιφάνεια της θάλασσας, τότε η πυκνότητα της ατμόσφαιρας ρ_ψ στο σημείο αυτό συναρτήσει της πυκνότητας της στην επιφάνεια της θάλασσας ρ₀, δίδεται από τη σχέση:

$$\rho_\psi = \rho_0 e^{-\psi/H} \quad (1.5-3)$$

Στην σχέση αυτή όταν το ψ εκφράζεται σε μέτρα ο συντελεστής (scale factor) είναι H = 7620 m.

(2). Η μέγιστη διατομή A του βλήματος

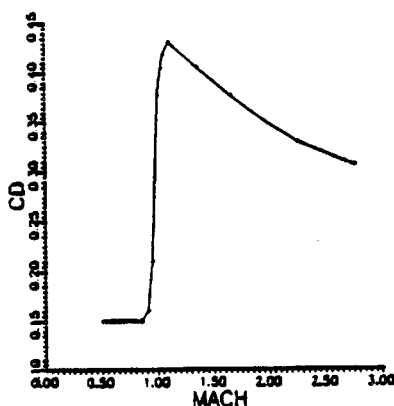
Η μέγιστη διατομή A του βλήματος συναρτήσει της διαμέτρου αυτού d δίδεται ως γνωστό από τη σχέση:

$$A = \pi d^2/4$$

(3) Ο συντελεστής αντιστάσεως του αέρα C_D

Ο συντελεστής αυτός είναι ένας αδιάστατος αριθμός του οποίου η τιμή είναι συνάρτηση των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών, της ταχύτητάς του Βλήματος και των χαρακτηριστικών της ατμόσφαιρας. Η τιμή του συντελεστού αυτού για τα βλήματα που χρησιμοποιούνται στο πυροβολικό κυμαίνεται κατά κανόνα μεταξύ 0,10 και 0,90.

Στην περίπτωση που απαιτείται η ακριβής τιμή του συντελεστού αντιστάσεως του αέρα για ένα συγκεκριμένο τύπο βλήματος, ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να ανατρέξει στη βιβλιογραφία και στο αντίστοιχο σχεδιάγραμμα το οποίο δίνει τις τιμές του εν λόγω συντελεστού συναρτήσει της ταχύτητάς του. Σχετικό παράδειγμα παρέχεται στο σχήμα 1.5-3 όπου απεικονίζεται η μεταβολή του συντελεστού αντιστάσεως του αέρα C_D συναρτήσει της ταχύτητας για ένα Βλήμα 76/82 HE(VT) Mod 79 το οποίο φέρει πυροσωλήνα TB 76 Mod 0 ή TB 76 Mod 1 η πυροσωλήνα προσεγγίσεως VTPA FB 76.



Σχήμα 1.5-3: Μεταβολή συντελεστού αντιστάσεως του αέρα C_D Βλήματος 76/62 Η.Ε.

Από το ανωτέρω σχήμα προκύπτει ότι η μέγιστη τιμή του συντελεστού C_D είναι 0,431 και αντιστοιχεί σε ταχύτητα περίπου 1,1 Mach (ή 374 m/sec. Η ταχύτητα αυτή με τη σειρά της αντιστοιχεί σε βεληνικές 5.500 m περίπου).

γ. Ανάλυση του φαινομένου της αντιστάσεως του αέρα

Αναλυτικότερα η αντίσταση του αέρα D είναι συνισταμένη τριών επί μέρους δυνάμεων η κάθε μία των οποίων οφείλεται και σε διαφορετικό αίτιο. Οι δυνάμεις αυτές είναι κατά σειρά η αντίσταση κορυφής D_n (nose drag) η αντίσταση Βάσεως D_B (base drag) και η αντίσταση τριβής D_s (skin drag). Είναι δηλαδή:

$$D = D_n + D_B + D_s$$

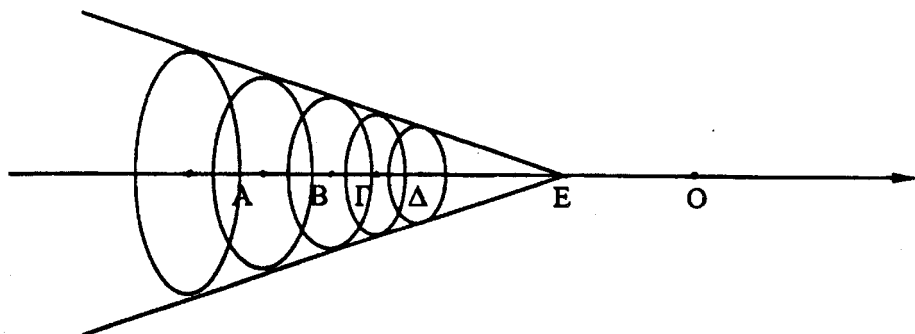
Το αίτιο το οποίο προκαλεί κάθε μία απ' αυτές τις συνιστώσες της αντιστάσεως του αέρα D αναλύεται κατά ένα σχετικά απλοποιημένο τρόπο στη συνέχεια.

Τα βλήματα πυροβολικού κατά την κίνησή τους στην ατμόσφαιρα όπως προαναφέρθηκε, έχουν κατά κανόνα υπερηχητική ταχύτητα. Στην περίπτωση αυτή δημιουργούνται κύματα αέρος και δίνες όπως απεικονίζονται στο σχήμα 1.5-4.



Σχήμα 1.5-4: Κίνηση Βλήματος στον αέρα

Η δημιουργία του εμπροσθίου κύματος μπορεί θεωρητικά να εξηγηθεί υποθέτοντας ότι η κορυφή του βλήματος κινείται επί μιας ευθείας OO' όπως φαίνεται στο σχήμα 1.5-5.



Σχήμα 1.5-5: Δημιουργία κύματος αέρος

Όταν το ακραίο σημείο της κορυφής του βλήματος βρίσκεται στη θέση Α, τότε η πρόσκρουση αυτού με τα μόρια του αέρα που βρίσκονται στο εν λόγω σημείο, θα έχει σαν συνέπεια να προκληθεί μία μηχανική διαταραχή σ' αυτά η οποία θα διαδοθεί σφαιρικά μέσω της μάζας του αέρα με την ταχύτητα του ήχου και σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής. Στη συνέχεια το εν λόγω σημείο της κορυφής του βλήματος διερχόμενο διαδοχικά από τα σημεία Β, Γ, Δ κλπ. θα προκαλέσει ανάλογες μηχανικές διαταραχές. Κατά τον τρόπον αυτό όταν η κορυφή του Βλήματος βρεθεί στη θέση Ε τότε οι προαναφερθείσες διαταραχές θα έχουν διαδοθεί στο χώρο μέχρι των θέσεων των αντιστοίχων σφαιρικών επιφανειών.

Οι διαταραχές αυτές συντιθέμενες δημιουργούν ένα κωνικό κύμα (ή μέτωπο) όπως αυτό απεικονίζεται σε δύο διαστάσεις στο σχήμα 1.5-5 με τις επαπτόμενες ΕΧ και ΕΧ'.

Κατ' ανάλογο τρόπο σχηματίζεται επίσης και το δευτερεύον κύμα του σχήματος 1.5-5 από την περιφέρεια της βάσεως του βλήματος. Η δημιουργία των κυμάτων αέρος κατά την κίνηση του βλήματος στην ατμόσφαιρα έχουν προφανώς ως συνέπεια τη μείωση της κινητικής ενέργειας του βλήματος.

Το ανωτέρω φαινόμενο, αυτό καθ' αυτό, είναι συνέπεια επίσης δυνάμεων τριβής που αναπτύσσονται μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας του βλήματος και των μορίων του αέρα με τα οποία αυτή έρχεται σε επαφή. (Ακριβέστερα πρόκει-

ται για ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις δεδομένου ότι και οι δυνάμεις τριβής είναι γενικώτερα ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις στη φύση τους).

Κατόπιν των ανωτέρω ως **“αντίσταση κορυφής D_n ”** νοείται η δύναμη η οποία αποτελεί την συνισταμένη των προαναφερθεισών δυνάμεων και έχει ως συνέπεια την επιβράδυνση του βλήματος, αντιτιθέμενη στην μεταφορική του κίνηση και επενεργούσα κατά τη διεύθυνση του διαμήκους άξονα συμμετρίας του βλήματος.

Οι παρατηρούμενες δίνες πίσω από το βλήμα του σχήματος 1.5-4 δημιουργούνται βασικά από τα συναντώμενα εκεί κύματα των προαναφερθέντων σφαιρικά διαδιδόμενων διαταραχών των μορίων του αέρα, σε συνδυασμό με τις σχετικά χαμηλές πιέσεις που δημιουργούνται πίσω από το βλήμα καθώς τούτο κινείται στην ατμόσφαιρα. Συνεπεία του φαινομένου αυτού αναπτύσσεται μία δύναμη αντιτιθέμενη στην μεταφορική κίνηση του βλήματος επενεργούσα κατά τη διεύθυνση του διαμήκη άξονα συμμετρίας του και η οποία ονομάζεται **“αντίσταση βάσεως D_B ”**.

Κατά την κίνηση τέλος του Βλήματος στην ατμόσφαιρα, είναι προφανές ότι αναπτύσσονται δυνάμεις τριβής μεταξύ της εξωτερικής επιφανείας του Βλήματος και της μάζας του αέρα που το περιβάλλει. Οι δυνάμεις αυτές έχουν ως συνέπεια την συνεχή μείωση της κινητικής ενέργειας του βλήματος, των σχετικών απωλειών εμφανιζομένων υπό την μορφή θερμότητας. Η συνισταμένη των δυνάμεων αυτών της τριβής είναι μία δύναμη που αντιτίθεται στην μεταφορική κίνηση του βλήματος, επενεργεί επίσης κατά την διεύθυνση του διαμήκους άξονα συμμετρίας του και καλείται **“αντίσταση τριβής D_s ”**.

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει ότι η αντίσταση του αέρα γενικά είναι δυνατό να περιοριστεί εξομαλύνοντας την εξωτερική επιφάνεια του βλήματος και δίνοντας αεροδυναμικό σχήμα όχι μόνο στην κορυφή του αλλά και στη βάση του. Στην κατασκευή όμως των βλημάτων υπεισέρχονται παράλληλα και άλλοι σοβαροί παράγοντες της εσωτερικής βλητικής όπως η επίτευξη επιθυμητής καμπύλης πίεσεως μέσα στο σωλήνα του πυροβόλου κ.λ.π. ώστε τελικά τα βλήματα κατασκευάζονται με την γνωστή τους μορφή.

Στον πίνακα 1.5-1 που ακολουθεί παρέχεται ενδεικτικά για ένα βλήμα 40 mm στο επίπεδο της θαλάσσης και για ταχύτητά του 612 m/sec (περίπου 1,8 Mach) ο συντελεστής C_D της σχέσεως 1.5-1 καθώς επίσης και το ποσοστό κάθε μιας από τις τρεις προαναφερθείσες συνιστώσες επί της συνολικής αντιστάσεως D (η οποία στην περίπτωση αυτή είναι της τάξεως των 100=200 Nt).

Πίνακας 1.5-1
Αντίσταση αέρος D Βλήματος 40 mm

Ήμισυ γωνίας κορυφής γ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΛΟΓΩ			Τιμή συντελεστού C_D
	ΑΝΤΙΣΤ. ΚΟΡΥΦΗΣ	ΑΝΤΙΣΤ. ΒΑΣΕΩΣ	ΑΝΤΙΣΤ. ΤΡΙΒΩΝ	
10°	0,30	0,55	0,15	0,33
20°	0,62	0,31	0,07	0,56
30°	0,75	0,18	0,07	0,89

Για αναλυτικότερους υπολογισμούς της αντιστάσεως του αέρα για ένα Βλήμα που κινείται στην ατμόσφαιρα ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να ανατρέξει στο παράρτημα "Α" στο τέλος του βιβλίου αυτού όπου πέραν των σχετικών στοιχείων υπολογισμού παρέχονται και παραδείγματα καθώς και δεδομένα από την χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστού σε σχετικά προβλήματα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 1-1: Υπό ποιές προϋποθέσεις η Coriolis δύναμη έχει πρακτικά και θεωρητικά επίπτωση μηδενική στην τροχιά που διαγράφει ένα βλήμα στην ατμόσφαιρα;
- 1-2: Ποία επίπτωση έχει θεωρητικά στην τροχιά την οποία διαγράφει ένα βλήμα που κινείται στην ατμόσφαιρα κάθε μία από τις δυνάμεις που εξασκούνται σ' αυτό οφειλόμενες στην περιστροφική του κίνηση;
- 1-3: Μέχρι ποία ταχύτητα μπορεί να έχει ένα βλήμα κατά την πτήση του στην ατμόσφαιρα προκειμένου καταστεί δυνατή η φωτογράφιση του με σύγχρονες ειδικές φωτογραφικές μηχανές;
- 1-4: Διατυπώσατε με μία γενική μαθηματική σχέση την αντίσταση του αέρα συναρτήσει των φυσικών μεγεθών και παραμέτρων των οποίων αποτελεί συνάρτηση.
- 1-5: Αναφέρατε τρόπους με τους οποίους εκτιμάται ότι είναι πρακτικά δυνατό να μειωθεί η αντίσταση του αέρα ενός βλήματος.
- 1-6: Υπολογίσατε την γωνιά κορυφής ενός βλήματος συναρτήσει των κατασκευαστικών του χαρακτηριστικών;
- 1-7: Υπό ποίας προϋποθέσεις η γωνία αναχωρήσεως είναι ίση με την γωνία βολής;
- 1-8: Σε ποία σημεία της τροχιάς ενός βλήματος εκτιμάται ότι η αντίσταση του αέρα είναι δυνατό να παρουσιάζει ιδιαίτερες διακυμάνσεις λόγω αντίστοιχων φυσικών φαινομένων;
- 1-9: Πως ορίζεται το κέντρο πίεσεως ενός βλήματος;
- 1-10: Ποίων παραγόντων ο βλητικός συντελεστής αποτελεί συνάρτηση;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΚΕΝΟ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα βλήματα πουβάλλονται από πυροβόλα όπλα στην πραγματικότητα εκτελούν κίνηση σε τρεις διαστάσεις. Επιπροσθέτως τα βλήματα δεν είναι υλικά σημεία αλλά υλικά σώματα τριών διαστάσεων.

Συνεπώς μία πλήρης ανάλυση της κινήσεως ενός βλήματος στην ατμόσφαιρα απαιτεί την χρήση δύο συστημάτων ορθογωνίων συντεταγμένων τριών διαστάσεων το καθένα ή κάποια άλλη επιλογή συστημάτων με αντίστοιχες δυνατότητες (Έξη βαθμούς ελευθερίας).

Σε πρώτη λοιπόν προσέγγιση και για να απλουστευθεί το πρόβλημα της ανάλυσεως της κινήσεως ενός βλήματος στην ατμόσφαιρα ώστε να γίνουν άμεσα αντιληπτά τα κύρια χαρακτηριστικά της κινήσεως αυτής εξετάζεται στο κεφάλαιο αυτό η εν λόγω κίνηση με τις ακόλουθες παραδοχές.

α. Η Γη είναι Επίπεδη

Η γη ως γνωστό έχει σχήμα ελλειψοειδές εκ περιστροφής. Ο όρος "Γη Επίπεδη" αποτελεί γενικά μια παραδοχή η οποία δίδει θεωρητικά αποτελέσματα που δεν διαφέρουν σημαντικά από τα επιτυγχανόμενα στην πράξη για βεληνική μέχρι 20 Km. Από μαθηματική άποψη ο προαναφερθείς όρος "Γη Επίπεδη" εκφράζεται ως:

$$\frac{x}{Re} \ll 1$$

όπου: x - το βεληνικές

Re - η ακτίνα της γης

Με την παραδοχή αυτή το διάνυσμα της επιταχύνσεως της γήινης βαρύτητας παραμένει σταθερό κατά διεύθυνση.

β. Το Βλήμα είναι Υλικό Σημείο

Κατόπιν της παραδοχής αυτής θεωρείται ότι όλη η μάζα του βλήματος είναι συγκεντρωμένη στο κέντρο βάρους αυτού όπου επενεργούν και όλες οι δυνάμεις που εξασκούνται στο βλήμα. Συνέπεια της παραδοχής αυτής η τροχιά πλέον που θεωρείται ότι διαγράφει ένα βλήμα θα είναι τροχιά υλικού σημείου.

γ. Το Βλήμα Κινείται στο Κενό

Με την παραδοχή αυτή δεν λαμβάνονται υπόψη η δύναμη της αντιστάσεως του αέρα D και οι δυνάμεις που εξασκούνται λόγω της περιστροφικής κινήσεως του βλήματος.

δ. Η Γη δεν Περιστρέφεται

Με την παραδοχή αυτή δε λαμβάνεται πλέον υπόψη στην μελέτη της κινήσεως του βλήματος, η Φυγόκεντρος δύναμη και η Coriolis.

Κατόπιν των ανωτέρω παραδοχών η κίνηση του βλήματος είναι πλέον κίνηση υλικού σημείου σε δύο διαστάσεις στο οποίο επενεργεί μόνο η δύναμη της Βαρύτητας (W). Η κίνηση αυτή αναλύεται στη συνέχεια.

2.2. ΕΞΙΣΩΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

Στο σχήμα (2.2-1) φαίνεται, τροχιά βλήματος που κινείται στο κενό και ένα τυχαίο σημείο της τροχιάς $M(x, \psi)$. Στο βλήμα επενεργεί μόνο η δύναμη της βαρύτητας W . Τότε σύμφωνα με τους Νόμους της Κλασσικής Μηχανικής του Νεύτωνα, θα έχουμε:

$$\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2} = 0 \quad (2.2-1)$$

και

$$\ddot{\psi} = \frac{d^2\psi}{dt^2} = -g \quad (2.2-2)$$

Η κίνηση του βλήματος περιγράφεται από τις ανωτέρω εξισώσεις. Για τις διαφορικές αυτές εξισώσεις οι αρχικές συνθήκες που αντιστοιχούν στην χρονική στιγμή $t=0$ είναι:

$$X(0) = X(t=0) = 0$$

$$\Psi(0) = \Psi(t=0) = 0$$

$$\dot{X}(0) = \frac{dX(0)}{dt} = V \iota \text{ συν } \varphi$$

$$\dot{\Psi}(0) = \frac{d\Psi(0)}{dt} = V \iota \text{ ημ } \varphi$$

Λύνοντας τις διαφορικές εξισώσεις της κινήσεως (2.2-1., 2.2-2) και λαμβάνοντας υπόψη τις προαναφερθείσες αρχικές συνθήκες έχουμε:

$$\ddot{X} = \frac{d^2 X}{dt^2} = 0 \Rightarrow \dot{X} = \frac{dX}{dt} + C_1 \Rightarrow X = C_1 t + C_2$$

$$\ddot{\Psi} = \frac{d^2 \Psi}{dt^2} = -g \Rightarrow \dot{\Psi} = \frac{d\Psi}{dt} = -gt + C_3 \Rightarrow \Psi = -1/2 g t^2 + C_3 t + C_4$$

και επειδή:

$$C_1 = V \iota \text{ συν } \varphi = \dot{X}(0)$$

$$C_2 = 0$$

$$C_3 = V \iota \text{ ημ } \varphi = \dot{\Psi}(0)$$

$$C_4 = 0$$

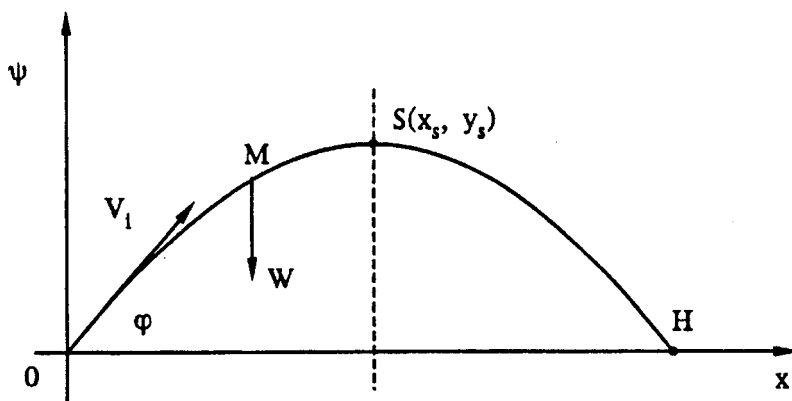
προκύπτει:

$$X(t) = V \iota \text{ συν } \varphi t \quad (2.2-3)$$

$$\Psi(t) = - \frac{gt^2}{2} \quad (2.2-4)$$

Δι' αντικατάστασεως στη συνέχεια του t από την εξίσωση (2.2-3) στην (2.2-4) προκύπτει η εξίσωση της τροχιάς του βλήματος στο κενό, η οποία είναι:

$$\psi(t) = x(t) \epsilon \varphi - \frac{1}{2} \frac{g x(t)^2}{V_1^2 \sin^2 \varphi} \quad (2.2-5)$$



Σχήμα 2.2-1: Τροχιά βλήματος στο κενό

Η εξίσωση (2.2-5) με κατάλληλους μετασχηματισμούς μπορεί να γραφτεί με την μορφή:

$$\left(x - \frac{V_1^2 \eta \mu^2 \varphi}{2g} \right)^2 = 4 \left(- \frac{V_1^2 \sin^2 \varphi}{2g} \right) \left(\psi - \frac{V_1^2 \eta \mu^2 \varphi}{2g} \right) \quad (2.2-6)$$

Από την εξίσωση αυτή βγαίνει το συμπέρασμα ότι η τροχιά του βλήματος στην εξεταζόμενη περίπτωση είναι παραβολή της οποίας η κορυφή s έχει συντεταγμένες

$$s \left(X_s = \frac{V_1^2 \eta \mu^2 \varphi}{2g}, \psi_s = \frac{V_1^2 \eta \mu^2 \varphi}{2g} \right),$$

ο δε άξονας της παραβολής διέρχεται από το σημείο S και είναι παράλληλος προς τον άξονα ψ .

Η παραβολή αυτή επίσης έχει τα κοίλα προς τα κάτω λόγω του πρώτου αρνητικού σημείου τ' οποίο συναντάται στο δεύτερο μέλος της εξίσωσης (2.2-6).

α. Μέγιστο Ύψος της Τροχιάς

Το μέγιστο ύψος της τροχιάς ή το βέλος της τροχιάς δίδεται από την τεταγμένη του σημείου κορυφής Ψ_s , είναι δηλαδή:

$$\left(\Psi_s = \frac{V_i^2 \eta \mu^2 \varphi}{2g} \right) \quad (2.2-7)$$

β. Το Βεληνεκές

Το βεληνεκές X μπορεί να υπολογισθεί από την εξίσωση (2.2-5) θέτοντας $\psi=0$ οπότε προκύπτει:

$$X = \frac{V_i^2 \eta \mu^2 \varphi}{g} \quad (2.2-8)$$

Διερευνώντας την εξίσωση αυτή προκύπτει ότι κάθε βεληνεκές μπορεί να επιτευχθεί με δύο συμπληρωματικές μεταξύ τους γωνίες επειδή $\eta \mu^2 \varphi = \eta \mu^2 (90^\circ - \varphi)$. (Στην πράξη συμβαίνει κάτι αντίστοιχο με την διαφορά ότι οι δύο γωνίες με τις οποίες επιτυγχάνεται το ίδιο βεληνεκές δεν είναι ακριβώς συμπληρωματικές).

Από την εξίσωση αυτή προκύπτει ότι το μέγιστο βεληνεκές επιτυγχάνεται στο κενό με γωνία αναχωρήσεως 45° (στη πράξη η γωνία αναχωρήσεως η οποία δίδει μέγιστο βεληνεκές είναι κατά κανόνα λίγο μικρότερη από 45° , π.χ σε πυροβόλο $5''/38$ είναι περί τις $44^\circ 31'$).

γ. Χρόνος Πτήσεως

Ο χρόνος πτήσεως T συναρτήσει της αρχικής ταχύτητας V_i και της γωνίας αναχωρήσεως φ μπορεί να υπολογισθεί από την εξίσωση (2.2-4), θέτωντας $\psi=0$ τότε:

$$T = \frac{2V_i}{g} \eta \mu \varphi \quad (2.2-9)$$

Από την ανωτέρω εξίσωση προκύπτει ότι ο μέγιστος χρόνος πτήσεως αντιστοιχεί σε γωνία αναχωρήσεως 90° .

Θέτωντας επίσης στην εξίσωση (2.2-4) $\psi = \Psi_s = \frac{V_i^2 \eta \mu^2 \varphi}{2g}$ προκύπτει:

$$t_s = \frac{V_i}{g} \eta \mu \varphi \Rightarrow T = 2t_s$$

Δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται για να φθάσει το βλήμα στο σημείο κορυφής της τροχιάς του είναι ίσος με τον χρόνο που απαιτείται για να φθάσει από το σημείο αυτό στο σημείο πτώσεως.

δ. Γωνία Πτώσεως

Δια παραγωγίσεως της εξίσωσης (2.2-5) προκύπτει:

$$\frac{d\psi}{dx} = \epsilon\phi\phi - \frac{g}{V_i^2 \sin^2\phi} x$$

Η ανωτέρω εξίσωση δίδει την κλίση (θ) της τροχιάς σε τυχόν σημείο αυτής, είναι δηλαδή:

$$\epsilon\phi\theta = \epsilon\phi\phi - \frac{g}{V_i^2 \sin^2\phi} x \quad (2.2-10)$$

Από τις εξισώσεις (2.2-8) και (2.2-10) συνεπάγεται ότι:

$$\begin{aligned} \epsilon\phi\omega &= - \epsilon\phi\phi \\ \text{ή} \quad \omega &= - \phi \end{aligned}$$

Άρα η γωνία πτώσεως ω κατά μέτρο είναι ίση με τη γωνία αναχωρήσεως ϕ .

ε. Ευαισθησία του βεληνεκούς στην Αρχική Ταχύτητα

Το βεληνεκές συναρτήσει της αρχικής ταχύτητας V_i δίδεται από τη σχέση (2.2-8). Δια παραγωγίσεως της εξίσωσης αυτής ως προς V_i , προκύπτει:

$$\frac{dx}{dV_i} = \frac{2\eta\mu 2\phi}{g} V_i \quad (2.2-11)$$

Η ανωτέρω εξίσωση δίδει την ευαισθησία του βεληνεκούς ως προς την αρχική ταχύτητα για ορισμένη γωνία αναχωρήσεως ϕ .

Στο σχήμα (2.2-2α) απεικονίζεται η γραφική παράσταση της εν λόγω εξίσωσης όπου φαίνεται ότι η μέγιστη ευαισθησία του βεληνεκούς στην αρχική ταχύτητα αντιστοιχεί σε γωνία αναχωρήσεως $\phi=45^\circ$.

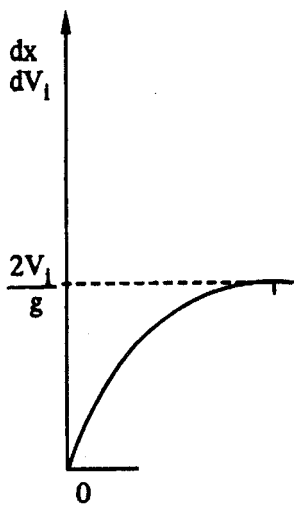
ζ. Ευαισθησία του Βεληνεκούς στην Γωνία Αναχωρήσεως

Το βεληνεκές συναρτήσει της γωνίας αναχωρήσεως φ δίδεται επίσης από τη σχέση (2.2-8) από την οποία παραγωγίζοντας ως προς φ , προκύπτει:

$$\frac{dx}{d\varphi} = \frac{2V_l^2}{g} \sin 2\varphi \quad (2.2-12)$$

Η ανωτέρω εξίσωση δίνει την ευαισθησία του βεληνεκούς ως προς την γωνία αναχωρήσεως για ορισμένη αρχική ταχύτητα.

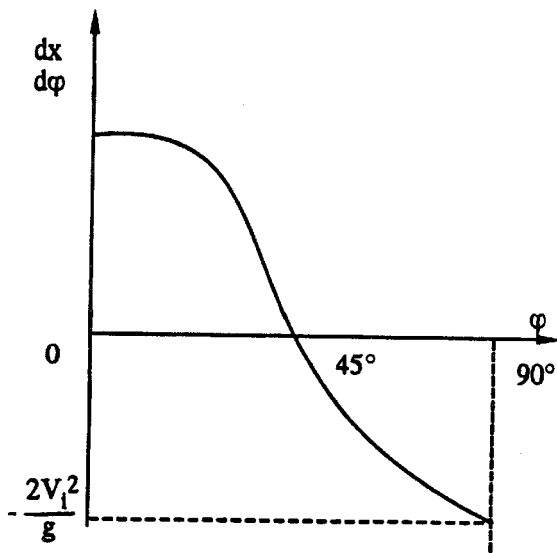
Στο σχήμα (2.2-2β) απεικονίζεται η γραφική παράσταση της εν λόγω εξίσωσης όπου φαίνεται ότι η μέγιστη ευαισθησία του βεληνεκούς στη γωνία αναχωρήσεως αντιστοιχεί σε γωνία αναχωρήσεως 0° και 90° .



4~

Σχήμα (2.2-2α)

Ευαισθησία βεληνεκούς στην αρχική ταχύτητα

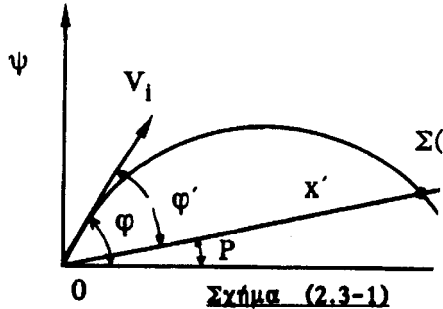


Σχήμα (2.2-2β)

Ευαισθησία βεληνεκούς σε γωνία αναχωρήσεως

2.3. ΒΟΛΗ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

Μια ειδική περίπτωση της βολής στο κενό που εξετάσθηκε στην προηγούμενη παράγραφο 2.2. είναι η περίπτωση που το σημείο παρατήρησης από το οποίο είναι επιθυμητό να διέλθει η τροχιά βρίσκεται σε κάποια θέση πάνω από τ' οριζόντιο επίπεδο στην οποία αντιστοιχεί γωνία θέσεως P , όπως στο σχήμα (2.3-1) φαίνεται:



Βολή σε κεκλιμένο επίπεδο στο κενό

Η περίπτωση αυτή είναι στην βλητική γνωστή ως "Βολή σε Κεκλιμένο Επίπεδο".

α. Υπολογισμός της Κεκλιμένης Αποστάσεως X'

Για το σημείο $\Sigma(x_\Sigma, \psi_\Sigma)$ από την σχέση (2.2-5) προκύπτει:

$$\Psi_\Sigma = X_\Sigma \epsilon \phi \varphi - \frac{1}{2} \frac{g X_\Sigma^2}{V_1^2 \sin^2 \varphi}$$

ή

$$x' \eta \mu P = x' \sin P \epsilon \phi \varphi - \frac{g \sin^2 P}{2 V_1^2 \sin^2 \varphi} x'^2$$

Από την ανωτέρω σχέση προκύπτει η κεκλιμένη απόσταση x' , ίση με:

$$x' = \frac{V_1^2}{g \sin^2 P} (\eta \mu 2 \varphi \sin P - 2 \sin^2 \varphi \eta \mu P)$$

ή

$$x' = \frac{V_1^2}{g \sin P} (\eta \mu 2 \varphi - 2 \sin^2 \varphi \epsilon \phi P) \quad (2.3-1)$$

β. Υπολογισμός του Χρόνου Πτήσεως t_{Σ}

Ο χρόνος πτήσεως t_{Σ} που αντιστοιχεί στο σημείο Σ μπορεί να υπολογιστεί από την σχέση (2.2-3) ως ακολούθως:

$$X_{\Sigma} = V_I \sin \varphi t_{\Sigma}$$

και

$$t_{\Sigma} = \frac{x' \sin P}{V_I \sin \varphi}$$

από την εξίσωση (2.3-1) και (2.3-2) προκύπτει:

$$t_{\Sigma} = \frac{2V_I \eta \mu \varphi - 2 \sin \varphi \epsilon P}{g} \quad (2.3-2)$$

γ. Υπολογισμός της Γωνίας Αναχωρήσεως φ

Από την εξίσωση (2.2-5) και δι' αντικαταστάσεως των συντεταγμένων x , ψ συναρτήσει P και x' προκύπτει:

$$(g \sin P x') \epsilon \varphi^2 + (-2V_I^2) \epsilon \varphi + (2V_I^2 \epsilon \varphi P + g \sin P x') = 0 \quad (2.3-3)$$

Η λύση της ανωτέρω δευτεροβαθμίου εξισώσεως ως προς την $\epsilon \varphi$ δίδει την ζητούμενη γωνία αναχωρήσεως φ . Είναι προφανές ότι οι δύο λύσεις της εξισώσεως αυτής αντιστοιχούν σε δύο συμπληρωματικές μεταξύ τους γωνίες.

2.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΤΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ

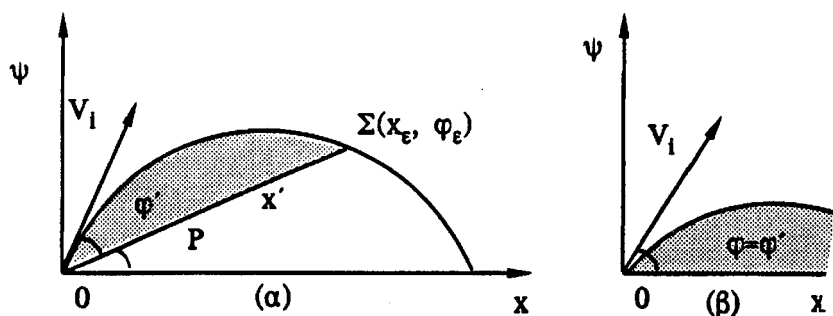
Η θεωρία αυτή έχει ιδιαίτερη χρησιμότητα στην πράξη, για προσβολή με πυροβόλο, στόχων οι οποίοι δεν ευρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.

Το σχετικό ερώτημα στο οποίο η εν λόγω θεωρία απαντά είναι:

‘Αν πυροβόλο βάλει με γωνία βολής φ' και αρχική ταχύτητα V_I , ποιά η σχέση του αντίστοιχου κεκλιμένου βεληνεκού x' , με το οριζόντιο βεληνεκές x το οποίο επιτυγχάνεται με γωνία αναχωρήσεως $\varphi - \varphi'$ και την ίδια αρχική ταχύτητα;’

Το ερώτημα αυτό αν και δειρευνάται εδώ για βολή στο κενό, τα συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν αποδεικνύεται ότι ισχύουν σε ικανοποιητικό βαθμό και για βολή στην ατμόσφαιρα.

Θεωρηθεί λοιπόν η περίπτωση βολής σε κεκλιμένο επίπεδο όπου $\varphi = \varphi'$, όπως στο σχήμα (2.4-1) φαίνεται:



Σχήμα (2.4-1)

Θεωρία ακαμψίας της τροχιάς

Στην περίπτωση αυτή το κεκλιμένο βεληνεκές x' δίδεται από την εξίσωση (2.3-1) και το οριζόντιο x από την εξίσωση (2.2-8). Διαιρώντας κατά μέλη τις εξισώσεις αυτές προκύπτει:

$$\frac{x'}{x} = \frac{\eta\mu(\varphi' + P)\sigma\upsilon\nu(\varphi' + P) - \sigma\upsilon\nu^2(\varphi' + P)\epsilon\varphi P}{\eta\mu\varphi' \sigma\upsilon\nu\varphi' \sigma\upsilon\nu P}$$

Αντικαθιστώντας στην ανωτέρω εξίσωση τους τριγωνομετρικούς αριθμούς αθροίσματος γωνιών με το ανάπτυγμά τους:

$$\eta\mu(\varphi' + P) = \eta\mu\varphi' \sigma\upsilon\nu P + \sigma\upsilon\nu\varphi' \eta\mu P$$

και

$$\sigma\upsilon\nu(\varphi' + P) = \sigma\upsilon\nu\varphi' \sigma\upsilon\nu P - \eta\mu\varphi' \eta\mu P$$

προκύπτει διαδοχικά:

$$\begin{aligned}\frac{x'}{x} &= \sin P + \frac{\eta \mu P}{\sin P} \eta \mu P - \frac{\eta \mu \phi'}{\sin \phi'} \eta \mu P - \frac{\eta \mu \phi'}{\sin \phi'} \frac{\eta \mu^2 P}{\sin^2 P} \eta \mu P \\ \frac{x'}{x} &= \sin P \left(1 + \frac{\eta \mu^2 P}{\sin^2 P}\right) - \frac{\eta \mu \phi'}{\sin \phi'} \eta \mu P \left(1 + \frac{\eta \mu^2 P}{\sin^2 P}\right) \\ \frac{x'}{x} &= \frac{1}{\sin P} (1 - \epsilon \phi \phi' \epsilon \phi P)\end{aligned}$$

και

$$\frac{x'}{x} = \tan P (1 - \epsilon \phi \phi' \epsilon \phi P) \quad (2.4-1)$$

Διερευνώντας την ανωτέρω εξίσωση προκύπτει το συμπέρασμα ότι όταν $P \rightarrow 0$ και $\frac{x'}{x} \rightarrow 1$.

Για πολύ μικρές γωνίες θέσεως P κατά προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί ότι:

$$\frac{x'}{x} = 1 \Rightarrow x = x'$$

Το συμπέρασμα αυτό ισχύει γενικά και για τροχιά στην ατμόσφαιρα με την προϋπόθεση ότι η γωνία θέσεως P είναι πολύ μικρή της τάξεως των 5° .

Βάση των ανωτέρω διατυπώνεται η ακόλουθη θεωρία της ακαμψίας της τροχιάς.

Για πολύ μικρές γωνίες θέσεως στόχου το κεκλιμένο και τ' οριζόντιο βεληνεκές που επιτυγχάνονται με αντίστοιχες γωνίες βολής και αναχωρήσεως ίσες είναι μεταξύ τους ίσα'.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- 2-1: Να υπολογισθεί η θεωρητική τιμή της ευαισθησίας του βεληνεκούς στην αρχική ταχύτητα, για βολή πυροβόλου ΟΤΟ-MELARA 76mm/62 στο κενό και η αντίστοιχη τιμή της για βολή στην ατμόσφαιρα. Σχολιάσετε τ' αποτελέσματα. Δίδονται: $V_i = 900 \text{ m/sec}$, γωνία θέσεως $P = 0^\circ$, $\varphi = 12^\circ 11'$, $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$.

Σημείωση: Απαιτείται χρησιμοποίηση πινάκων βολής "Range Table For 76/82 ΟΤΟ-MELARA COMPACT GUN FIRING HE(VT) PROJECTILE MOD 79" ή άλλου αναλογου πίνακα.

Απάντηση:

α. Ευαισθησία στο κενό $\frac{dx}{dV_i} = 75,70 \text{ m/(m/sec)}$

β. Ευαισθησία στην ατμόσφαιρα $\frac{\Delta x}{\Delta V_i} = 10,31 \text{ m/(m/sec)}$

- 2-2: Να υπολογισθεί η θεωρητική τιμή της ευαισθησίας του βεληνεκούς στην αρχική ταχύτητα, για βολή πυροβόλου ΟΤΟ-MELARA 76mm/62 στο κενό και η αντίστοιχη τιμή της για βολή στην ατμόσφαιρα. Σχολιάσετε τ' αποτελέσματα. Δίδονται: $V_i = 900$, $P = 0^\circ$, $\varphi = 0^\circ 23'$, $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$.

Σημείωση: Απαιτείται χρησιμοποίηση πίνακα όπως στο πρόβλημα 2-1.

Απάντηση:

α. Ευαισθησία στο κενό $\frac{dx}{dV_i} = 2,46 \text{ m/(m/sec)}$

β. Ευαισθησία στην ατμόσφαιρα $\frac{\Delta x}{\Delta V_i} = 1,67 \text{ m/(m/sec)}$

- 2-3: Να απεικονισθεί και να σχολιασθεί η γραφική παράσταση μεταβολής της διαφοράς $(\frac{dx}{dV_i} - \frac{\Delta x}{\Delta V_i})$, (της ευαισθησίας του βεληνεκούς ως προς την αρχική ταχύτητα στην περίπτωση βολής στο κενό και στην ατμόσφαιρα), συναρτήσει της γωνίας αναχωρήσεως φ για πυροβόλο ΟΤΟ-MELARA 76 mm/62.

Δίδονται: $V_i = 900 \text{ m/sec}$, $P = 0$, μεταβολή της γωνίας αναχωρήσεως φ από $0^\circ 2'$ έως $12^\circ 11'$.

- 2-4: Να υπολογισθεί η θεωρητική τιμή της ευαισθησίας του βεληνεκούς στην αρχική ταχύτητα, για βολή πυροβόλου 5"/38 στο κενό και η αντίστοιχη τιμή της για βολή στην ατμόσφαιρα. Σχολιάσετε τ' αποτελέσματα.
Δίδονται: $V_I = 2.500 \text{ Ft/sec}$, $P = 0$, $\varphi = 44^\circ 31'$, $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$.
Σημείωση: Απαιτείται χρησιμοποίηση πινάκων OP 551.

Απάντηση:

α. Ευαισθησία στο κενό $\frac{dx}{dV_I} = 155,33 \text{ m/(m/sec)}$

β. Ευαισθησία στην ατμόσφαιρα $\frac{\Delta x}{\Delta V_I} = 17,10 \text{ m/(m/sec)}$

- 2-5: Οι υπολογισμοί του προβλήματος 2-4 να επαναληφθούν για $\varphi = 11^\circ 2,4'$ και τ' αποτελέσματα να συγκριθούν με τ' αποτελέσματα του προβλήματος 2-1.

Σημείωση: Η γωνία $\varphi = 11^\circ 2,4'$ αντιστοιχεί στη γωνία αναχωρήσεως των δεδομένων του προβλήματος 2-1 με την οποία επιτυγχάνεται το αυτό βεληνεκές, ίσο με 10 Km.

Απάντηση:

α. Ευαισθησία στο κενό $\frac{dx}{dV_I} = 58,40 \text{ m/(m/sec)}$

β. Ευαισθησία στην ατμόσφαιρα $\frac{\Delta x}{\Delta V_I} = 14,10 \text{ m/(m/sec)}$

- 2-6: Να απεικονισθεί και να σχολιασθεί και σε σχέση με τη γραφική παράσταση του προβλήματος 2-3, η γραφική παράσταση μεταβολής της διαφοράς $(\frac{dx}{dV_I} - \frac{\Delta x}{\Delta V_I})$, συναρτήσει της γωνίας αναχωρήσεως φ για πυροβόλο 5"/38.

Δίδονται: $V_I = 2.500 \text{ Ft/sec}$, $P = 0$, μεταβολή της γωνίας αναχωρήσεως φ από $28,39'$ έως $10^\circ 2,4'$.

- 2-7: Να υπολογισθεί η θεωρητική τιμή της ευαισθησίας του βεληνεκούς στη γωνία αναχωρήσεως για βολή πυροβόλου ΟΤΟ-MELARA 76mm/62 στο κενό και η αντίστοιχη τιμή της για βολή στην ατμόσφαιρα. Σχολιάσετε τ' αποτελέσματα.

Δίδονται: $V_I = 900 \text{ m/sec}$, $P = 0^\circ$, $\varphi = 12^\circ 11'$, $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$.

Σημείωση: Απαιτείται χρήση πινάκων όπως στο πρόβλημα 2-1.

Απάντηση:

α. Ευαισθησία στο κενό $\frac{dx}{d\varphi} = 43,76 \text{ m/min}$

β. Ευαισθησία στην ατμόσφαιρα $\frac{\Delta x}{\Delta \varphi} = 6,25 \text{ m/min}$

2-8: Να υπολογισθεί η θεωρητική τιμή της ευαισθησίας του βεληνεκούς στη γωνία αναχωρήσεως για βολή πυροβόλου ΟΤΟ-MELARA 76mm/62 στο κενό και η αντίστοιχη στην ατμόσφαιρα. Σχολιάσετε τ' αποτελέσματα.

Δίδονται: $V_1 = 900 \text{ m/sec}$, $P = 0$, $\varphi = 0^\circ 23'$, $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$.

Σημείωση: Απαιτείται χρήση πινάκων όπως στο πρόβλημα 2-1.

Απάντηση:

α. Ευαισθησία στο κενό $\frac{dx}{d\varphi} = 48,03 \text{ m/min}$

β. Ευαισθησία στην ατμόσφαιρα $\frac{\Delta x}{\Delta \varphi} = 33,33 \text{ m/min}$

2-9: Να απεικονισθεί και να σχολιασθεί η γραφική παράσταση μεταβολής της διαφοράς $(\frac{dx}{d\varphi} - \frac{\Delta x}{\Delta \varphi})$, (της ευαισθησίας του βεληνεκούς στη γωνία αναχωρήσεως φ στο κενό και στην ατμόσφαιρα) συναρτήσει της γωνίας αναχωρήσεως φ για πυροβόλο ΟΤΟ MELARA 76 mm/62.

Δίδονται: $V_1 = 900 \text{ m/sec}$, $P = 0$ και μεταβολή της γωνίας αναχωρήσεως φ από $0^\circ 2'$ έως $12^\circ 11'$.

2-10: Να υπολογισθεί η θεωρητική τιμή της ευαισθησίας του βεληνεκούς στη γωνία αναχωρήσεως για βολή πυροβόλου $5''/38$ στο κενό και η αντίστοιχη τιμή της για βολή στην ατμόσφαιρα. Σχολιάσετε τ' αποτελέσματα.

Δίδονται: $V_1 = 2.500 \text{ Ft/sec}$, $P = 0$, $\varphi = 44^\circ 31'$, $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$.

Σημείωση: Απαιτείται χρησιμοποίηση πινάκων όπως στο πρόβλημα 2-4.

Απάντηση:

α. Ευαισθησία στο κενό $\frac{dx}{d\varphi} = 0,58 \text{ m/min}$

β. Ευαισθησία στην ατμόσφαιρα $\frac{\Delta x}{\Delta \varphi} = 2,74 \text{ m/min}$

- 2-11: Οι υπολογισμοί του προβλήματος 2-10 να επαναληφθούν για γωνία αναχωρήσεως $\varphi = 11^\circ 2,4'$ και τ' αποτελέσματα να συγκριθούν με τ' αποτελέσματα του προβλήματος 2-7.

Απάντηση:

α. Ευαισθησία στο κενό $\frac{dx}{d\varphi} = 31,91 \text{ m/min}$

β. Ευαισθησία στην ατμόσφαιρα $\frac{\Delta x}{\Delta \varphi} = 7,75 \text{ m/min}$

- 2-12: Να απεικονισθεί και να σχολιασθεί σε σχέση με τη γραφική παράσταση του προβλήματος 2-9, η γραφική παράσταση μεταβολής της διαφοράς $\frac{dx}{d\varphi} - \frac{\Delta x}{\Delta \varphi}$, συναρτήσει της γωνίας αναχωρήσεως φ για πυροβόλο $5''/38$.

Δίδονται: $V_I = 2.500 \text{ Ft/sec}$, $P = 0$, η γωνία φ μεταβάλλεται από $28,39'$ έως $11^\circ 2,4'$.

- 2.13: Θεωρηθεί πυροβόλο ΟΤΟ-MELARA 76 mm/62 το οποίο βάλλει στην ατμόσφαιρα στ' οριζόντιο επίπεδο με γωνία αναχωρήσεως φ και σε κεκλιμένο επίπεδο με γωνία αναχωρήσεως φ' . Να υπολογισθεί η σχέση μεταξύ κεκλιμένου και οριζοντίου βεληνεκούς και να σχολιαστούν τ' αποτελέσματα σε σχέση με την θεωρία της ακαμψίας της τροχιάς στις ακόλουθες περιπτώσεις όπου $P = 5^\circ$ και $V_I = 900 \text{ m/sec}$.

α. $\varphi = \varphi' = 0^\circ 51'$

β. $\varphi = \varphi' = 2^\circ 8'$

γ. $\varphi = \varphi' = 4^\circ 13'$

δ. $\varphi = \varphi' = 7^\circ 34'$

ε. $\varphi = \varphi' = 12^\circ 11'$

Σημείωση: Απαιτείται η χρήση πινάκων προβλήματος 2-1.

Απαντήσεις:

α. $x = 2.000 \text{ m}$, $x' = 2.000 \text{ m}$

$x = x'$

β. $x = 4.000 \text{ m}$, $x' = 4.020 \text{ m}$

$x' = 1,005 x$

$$\gamma. x = 6.000 \text{ m}, x' = 6.025 \text{ m}$$

$$x' = 1,005 x$$

$$\delta. x = 8.000 \text{ m}, x' = 8.033 \text{ m}$$

$$x' = 1,004 x$$

$$\epsilon. x = 10.000 \text{ m}, x' = 10.019 \text{ m}$$

$$x' = 1,002 x$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 2-1: Σε περίπτωση που χρησιμοποιημένο πυροβόλο λόγω βλάβης ο σωλήνας του έχει μία ταλάντωση στο κατακόρυφο επίπεδο, εύρους 1', αναμένεται το προερχόμενο από την βλάβη αυτή σφάλμα βολής κατά απόσταση να είναι μεγαλύτερο σε μικρές, μεσαίες ή μεγάλες αποστάσεις βολής;
- 2-2: Στη περίπτωση της ερωτήσεως 2-1 το αναμενόμενο σφάλμα θα επηρεάζεται και από τη συχνότητα της ταλαντώσεως; Δώστε μαθηματική ανάλυση του φαινομένου, αναφέροντες την άποψή σας.
- 2-3: Αν υποθεθεί ότι για τεχνικούς κατασκευαστικούς λόγους τα παραγώμενα πυρομαχικά πυροβολικού είναι δυνατό να παρουσιάζουν μία διακύμανση στην αρχική ταχύτητα μέχρι ± 3 m/sec, η επίδραση της διακυμάνσεως αυτής θα είναι πλέον αισθητή σε μικρές, μεσαίες, ή μεγάλες αποστάσεις βολής;
- 2-4: Αναφέρατε συγκεκριμένες περιπτώσεις που φαίνεται στη πράξη η χρησιμότητα της θεωρίας της σκαμψίας της τροχιάς.
- 2-5: Ποιά χρήσιμα συμπεράσματα κατά την γνώμη σας προκύπτουν από τη μελέτη της κινήσεως του βλήματος στο κενό;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παραβολοειδής τροχιά την οποία διαγράφει ένα βλήμα πυροβολικού που θεωρητικά κινείται στο κενό μεταβάλλεται, από την επίδραση του αέρα, όταν αυτό κινηθεί στην ατμόσφαιρα.

Η μελέτη της επίρειας του αέρα στην κίνηση του βλήματος και ο ακριβής προσδιορισμός της αποτέλεσε θέμα εκτεταμένων ερευνών επιστημόνων από την εποχή της εμφάνισης των πυροβόλων.

Έτσι από τα μέσα του 17ου αιώνα όπως έχει προαναφερθεί άρχισαν να εκτελούνται σχετικά πειράματα τόσο στην Αγγλία όσο και στην Γαλλία. Προ αυτών δε, ο Νεύτων είχε θεωρητικά καθορίσει ότι η επιβράδυνση λόγω αντιστάσεως του αέρα είναι γενικά ανάλογη προς το τετράγωνο της ταχύτητας του κινητού.

Κατά γενικό κανόνα στον αέρα σε σχέση με το κενό, το βεληνεκές, το μέγιστο ύψος και η ταχύτητα πτώσεως μειώνονται ενώ αυξάνει η γωνία πτώσεως.

Στο κεφάλαιο αυτό της Εξωτερικής Βλητικής εξετάζεται η κίνηση του βλήματος στην ατμόσφαιρα με τις ακόλουθες παραδοχές:

α. Η Γη δεν Περιστρέφεται

Με την παραδοχή αυτή η Φυγόκεντρος Δύναμη και η Coriolis δεν λαμβάνονται υπόψη.

β. Η Γη είναι Επίπεδη ($x/Re \ll 1$)

Σύμφωνα με την παραδοχή αυτή το διάνυσμα της επιταχύνσεως της βαρύτητας είναι σταθερό κατά διεύθυνση.

γ. Το Βλήμα δεν Περιστρέφεται

Σύμφωνα με την παραδοχή αυτή η επίδραση των δυνάμεων της αεροδυναμικής που οφείλονται στην περιστροφή του βλήματος γύρω από τον διαμήκη άξονα συμμετρίας του μηδενίζονται.

δ. Το Βλήμα Κινείται σε Αξονική Ροή

Με την παραδοχή αυτή θεωρείται ότι ο διαμήκης άξονας του βλήματος εφάπτεται συνεχώς στην τροχιά του (ή η γωνία προσβολής α του βλήματος είναι μηδέν).

3.2. ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

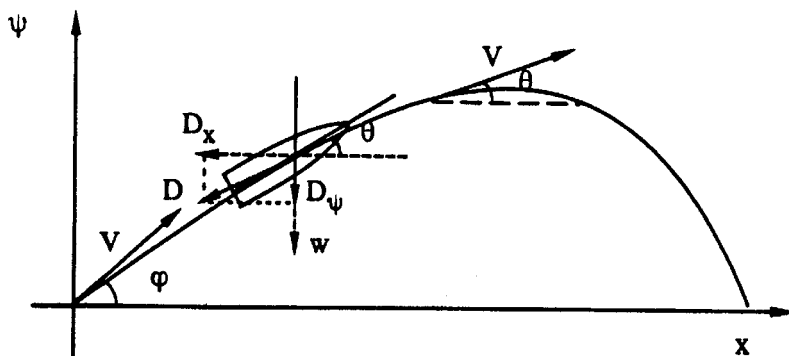
Κατόπιν των προαναφερθέντων, οι εξισώσεις (2.2-1) και (2.2-2) για την περίπτωση της κινήσεως του βλήματος στην ατμόσφαιρα, γίνονται:

$$\ddot{x} = - \frac{D_x}{m} \quad (3.2-1)$$

$$\ddot{\psi} = -g - \frac{D_\psi}{m} \quad (3.2-2)$$

όπου D_x και D_ψ τα μέτρα των συνιστώσων της αντιστάσεως του αέρα D κατά τους άξονες x και ψ όπως φαίνεται στο σχήμα (3.2-1).

Επειδή στην εξεταζόμενη περίπτωση η αντίσταση του αέρα D δεν είναι σταθερή και οι μεταβολές στις οποίες υπόκειται οφείλονται και σε αστάθμητους παράγοντες είναι προφανές ότι η θεωρητική λύση των διαφορικών εξισώσεων (3.2-1) και (3.2-2) δεν είναι δυνατή χωρίς περαιτέρω παραδοχές ή προσεγγίσεις ως προς την τιμή της.



Σχήμα (3.2-1): Κίνηση βλήματος στην ατμόσφαιρα

Κατά καιρούς διάφοροι μελετητές της εξωτερικής βλητικής, όπως π.χ. ο Siacci, ο Ingalls, ο Krupp, ο Dupuis και η επιτροπή Gante ακολουθώντας κάποια ανάλογη μεθοδολογία και κάνοντας τις αναγκαίες κατά περίπτωση παραδοχές ή και προσεγγίσεις επέτυχαν κάποια πρακτικά αποδεκτή λύση των διαφορικών εξισώσεων της κινήσεως του βλήματος στην ατμόσφαιρα. Περισσότερα στοιχεία για τις λύσεις αυτές αναφέρονται στη βιβλιογραφία.

3.3. ΛΥΣΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Κατωτέρω αναφέρονται οι πλέον χρησιμοποιούμενες προσεγγιστικές λύσεις των διαφορικών εξισώσεων (3.3-1) και (3.3-2) της κινήσεως του βλήματος στην ατμόσφαιρα.

Επειδή δε σε κάθε περίπτωση ο αριθμός των αγνώστων είναι κατά ένα μεγαλύτερος του αριθμού των αντιστοιχών εξισώσεων είναι προφανές ότι η λύση αυτών προϋποθέτει την χρησιμοποίηση ενός αγνώστου ως ανεξάρτητης μεταβλητής. Συνήθως προς τον σκοπό αυτό επιλέγεται ο χρόνος t .

α. $D = KV$

Η απλούστερη αλλά η λιγότερο ακριβής προσέγγιση θεωρεί την αντίσταση του αέρα D σαν μία γραμμική συνάρτηση της ταχύτητας του βλήματος V , δηλαδή

είναι:

$$D = k \cdot V$$

όπου:

$$k = \frac{C_D \rho A m g}{2}$$

Στην ανωτέρω εξίσωση η πυκνότητα της ατμόσφαιρας ρ λαμβάνεται για την περίπτωση αυτή σταθερή και ίση με την πυκνότητα της ατμόσφαιρας στην επιφάνεια της θάλασσας, ρ_0 .

Οι διαφορετικές εξισώσεις τότε της κινήσεως του βλήματος στην ατμόσφαιρα μετά από διαδοχικούς μετασχηματισμούς γίνονται:

$$\ddot{x} = - \frac{D \sin \theta}{m}$$

$$\ddot{\psi} = - \frac{D \eta \mu \theta}{m} - g$$

$$\ddot{x} = - \frac{k V \sin \theta}{m}$$

$$\ddot{\psi} = - \frac{k V \eta \mu \theta}{m} - g$$

$$\ddot{x} = - \frac{k}{m} V_x$$

$$\ddot{\psi} = - \frac{k}{m} V_{\psi} - g$$

$$\ddot{x} = - \frac{k}{m} \dot{x}$$

$$\ddot{\psi} = - \frac{k}{m} \dot{\psi} - g$$

Αντικαθιστώντας $u = \frac{k}{m}$ προκύπτει:

$$\dot{x} = -u \dot{x} \quad (3.3-1)$$

$$\dot{\psi} = -u \dot{\psi} - g \quad (3.3-2)$$

Οι αρχικές συνθήκες για τις ανωτέρω διαφορικές εξισώσεις που αντιστοιχούν στη χρονική στιγμή $t=0$ είναι:

$$x(0) = x(t=0) = 0$$

$$\psi(0) = \psi(t=0) = 0$$

$$\dot{x}_{(0)} = \frac{dx_{(0)}}{dt} = V_1 \sin \varphi$$

$$\dot{\psi}_{(0)} = \frac{d\psi_{(0)}}{dt} = V_1 \eta \mu \varphi$$

Κατόπιν διπλής ολοκλήρωσεως των εν λόγω διαφορικών εξισώσεων και χρησιμοποιώντας τις προαναφερθείσες αρχικές συνθήκες, προκύπτουν για την εξεταζόμενη περίπτωση οι ακόλουθες εξισώσεις της τροχιάς του βλήματος στην ατμόσφαιρα.

$$x = \frac{V_1 \sin \varphi}{u} \{1 - e^{-ut}\} \quad (3.3-3)$$

$$\psi = \frac{1}{u} \{V_1 \eta \mu \varphi + g/u\} \{1 - e^{-ut}\} - g/u \cdot t \quad (3.3-4)$$

Οι εξισώσεις αυτές δίδουν ικανοποιητικά αποτελέσματα μόνο στις περιπτώσεις τροχιών με μικρό βέλος (χαμηλές τροχιές) και για σχετικά μικρές ταχύτητας βλήματος.

β. $D = K' V \dot{x}$

Μία άλλη προσέγγιση η οποία παρέχει μεγαλύτερη σχετικά ακρίβεια θεωρεί την αντίσταση του αέρα D ίση με:

$$D = k' V \dot{x}$$

όπου

$$k = \frac{C_D \rho A}{2}$$

Στην ανωτέρω εξίσωση η πυκνότητα της ατμόσφαιρας ρ λαμβάνεται κατ' αρχή σταθερή και ίση με τη πυκνότητα της ατμόσφαιρας στην επιφάνεια της γης ρ_0 .

Όταν μία μεγαλύτερη ακρίβεια είναι επιθυμητή τότε η πυκνότητα ρ της ατμόσφαιρας λαμβάνεται ίση με:

$$\rho = \rho_0 - \frac{1}{3} (\rho_0 - \rho_s)$$

όπου: ρ_0 = Η πυκνότητα της ατμόσφαιρας στην επιφάνεια της γης.

ρ_s = Η πυκνότητα της ατμόσφαιρας στο σημείο κορυφής S της τροχιάς.

Η πυκνότητα ρ_s υπολογίζεται από την σχέση (1.5-3) ίση με:

$$\rho_s = \rho_0 e^{-\frac{\psi_s}{H}}$$

όπου: ψ_s = Το ύψος πάνω από την επιφάνεια της γης του σημείου κορυφής της τροχιάς (ή το βέλος της τροχιάς).

Στην περίπτωση αυτή οι διαφορικές εξισώσεις της κινήσεως του βλήματος στην ατμόσφαιρα μετά από διαδοχικούς μετασχηματισμούς γίνονται:

$$\ddot{x} = - \frac{D \sin \theta}{m}$$

$$\ddot{\psi} = - \frac{D \eta \mu \theta}{m} - g$$

$$\ddot{x} = - \frac{k' V \dot{x} \sin \theta}{m}$$

$$\ddot{\psi} = - \frac{k' V \dot{\psi} \eta \mu \theta}{m} - g$$

$$\ddot{x} = - \frac{k' \dot{x}^2}{m}$$

$$\ddot{\psi} = - \frac{k' \dot{\psi}^2}{m} - g$$

και αντικαθιστώντας $u' = \frac{k'}{m}$ προκύπτει:

$$\ddot{x} = - u' \dot{x}^2 \quad (3.3-5)$$

$$\ddot{\psi} = - u' \dot{\psi}^2 - g \quad (3.3-6)$$

Κατόπιν διπλής ολοκληρώσεως των εξισώσεων αυτών και χρησιμοποιώντας τις ίδιες αρχικές συνθήκες όπως και στη προηγούμενη περίπτωση προκύπτουν τελικά οι ακόλουθες εξισώσεις της τροχιάς του βλήματος στην ατμόσφαιρα:

$$x = - \frac{1}{u'} \ln \left\{ 1 + \frac{V_1 t \sin \varphi}{u'} \right\} \quad (3.3-7)$$

$$\psi = -\frac{1}{u'} \epsilon \phi + \left\{ \epsilon \phi + \frac{g}{2u' V_1^2 \sin^2 \phi} \right\} \ln \left\{ 1 + u' t V_1 \sin \phi \right\} \frac{gt}{2u' V_1 \sin \phi} - \frac{gt^2}{4} \quad (3.3-8)$$

Οι ανωτέρω εξισώσεις δίδουν αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα ιδιαίτερα όταν η τροχιά είναι σχεδόν επίπεδη και το διάνυσμα της ταχύτητας του βλήματος είναι σχεδόν οριζόντιο.

$$\gamma. D = K'' V^2$$

Κατά τον πλέον ακριβή υπολογισμό των εξισώσεων της τροχιάς του βλήματος στην ατμόσφαιρα η αντίσταση του αέρα D λαμβάνεται από τη σχέση (1.5-1) ίση με:

$$D = \frac{1}{2} \rho V^2 A C_D = K'' V^2$$

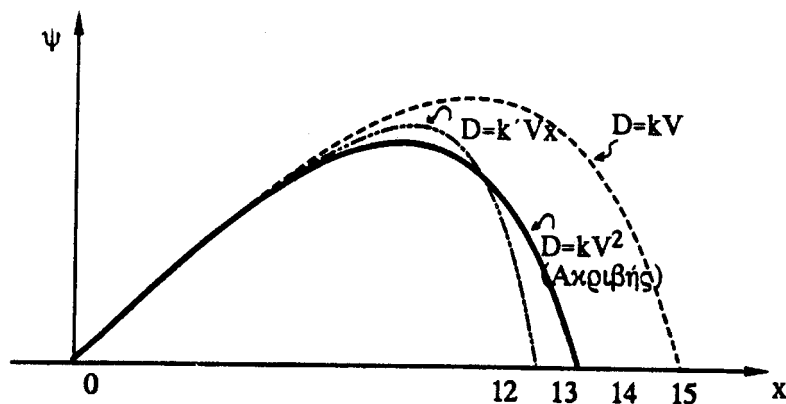
Η πυκνότητα θεωρείται ότι μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση (1.5-3) και είναι:

$$\rho = \rho_0 e^{-\frac{\psi}{H}}$$

και ο συντελεστής αντιστάσεως C_D εκφράζεται συναρτήσει των χαρακτηριστικών του βλήματος και της ταχύτητάς του (Βλέπε Παράρτημα Α στο τέλος του Βιβλίου).

Στην περίπτωση αυτή όμως είναι προφανές ότι για τη λύση των διαφορικών εξισώσεων της κινήσεως του βλήματος η χρήση ηλεκτρονικών υπολογισμού είναι πρακτικά αναγκαία.

Στο σχήμα 3.3-1 φαίνεται για μια συγκεκριμένη περίπτωση η γραφική λύση των εξισώσεων της τροχιάς βλήματος στην ατμόσφαιρα για κάθε μία από τις προαναφερθείσες περιπτώσεις όπου φαίνεται και η σχετική ακρίβεια των δύο πρώτων περιπτώσεων ως προς την τελευταία αναφερθείσα, ως η πλέον ακριβής περίπτωση.



Σχήμα 3.3-1: Τροχιές βλήματος στην ατμόσφαιρα

3.4. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΣ ΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η τροχιά ενός βλήματος στην ατμόσφαιρα σε σχέση με την αντίστοιχη τροχιά στο κενό (που επιτυγχάνεται με την ίδια αρχική ταχύτητα, και γωνία αναχωρήσεως) έχει σημαντικές διαφορές.

Στο σχήμα 3.4-1 φαίνεται μία τέτοια περίπτωση δύο τροχιών όπου γενικά παρατηρούνται τ' ακόλουθα:

α. Το βεληνεκές στην ατμόσφαιρα είναι περίπου 6% του αντίστοιχου βεληνεκού στο κενό (κατ' εξαίρεση σε ολμοβόλα όπλα το ποσοστό αυτό μπορεί να φτάσει και μέχρι 90%).

β. Η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας V_x είναι πάντα θετική και συνεχώς φθίνουσα σ' αντίθεση με την οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας της τροχιάς στο κενό όπου είναι σταθερή.

γ. Στο ανοδικό τμήμα της τροχιάς η Ταχύτητα μειώνεται συνεχώς και στις

δύο περιπτώσεις.

δ. Στα ίδια ύψη το μέτρο της ταχύτητας στο ανοδικό τμήμα είναι μεγαλύτερο από το μέτρο της ταχύτητας στο καθοδικό τμήμα σε αντίθεση με την περίπτωση της τροχιάς στο κενό όπου είναι ίσα.

ε. Στα ίδια επίσης ύψη το μέτρο της κατακόρυφης συνιστώσας της ταχύτητας στο ανοδικό τμήμα είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο στο καθοδικό τμήμα, σ' αντίθεση με την περίπτωση της τροχιάς στο κενό όπου αυτά είναι ίσα.

ζ. Η κλίση της τροχιάς και στις δύο περιπτώσεις είναι μία μονότονη φθίνουσα συνάρτηση.

η. Στα ίδια ύψη η κλίση της τροχιάς στο ανοδικό τμήμα αυτής είναι μικρότερη κατ' απόλυτη τιμή απ' αυτή στο καθοδικό τμήμα, σ' αντίθεση με την περίπτωση της τροχιάς στο κενό όπου είναι ίση.

θ. Από τα δύο σημεία της τροχιάς με το ίδιο ύψος το σημείο του ανοδικού τμήματος απέχει περισσότερο από το σημείο κορυφής απ' ότι το σημείο του καθοδικού τμήματος σ' αντίθεση με την περίπτωση της τροχιάς στο κενό όπου απέχει το ίδιο.

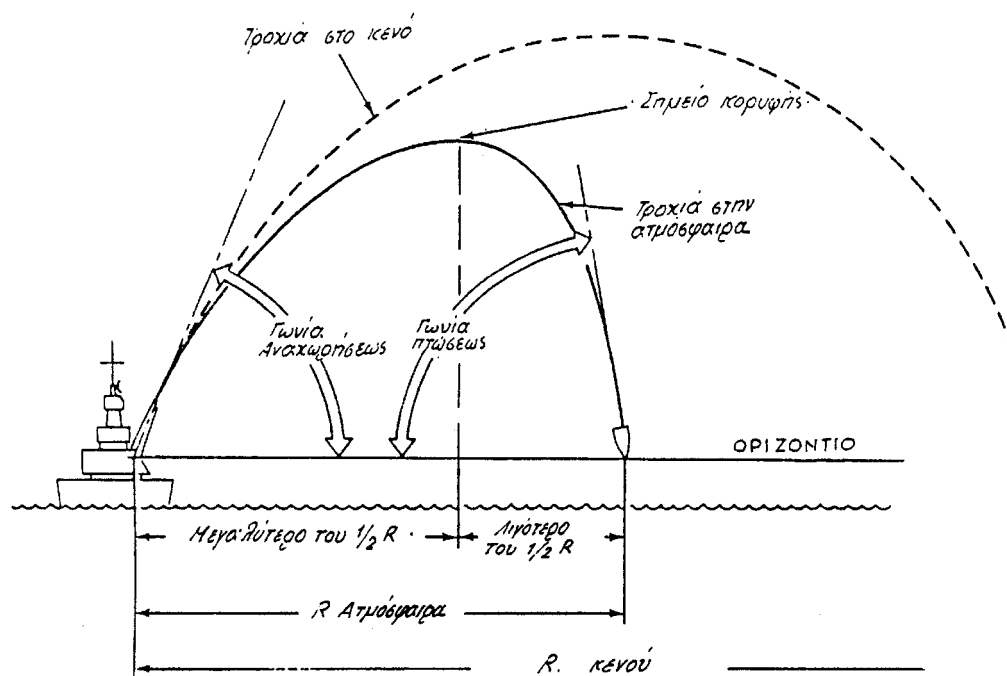
ι. Το μήκος της τροχιάς το οποίο ορίζεται από ένα τυχόν σημείο του ανοδικού της τμήματος και του σημείου κορυφής είναι μεγαλύτερο από το μήκος του τμήματος της τροχιάς το οποίο ορίζεται από το σημείο κορυφής και το σημείο του καθοδικού τμήματος με το ίδιο ύψος σ' αντίθεση με την περίπτωση της τροχιάς στο κενό όπου αυτά είναι ίσα.

κ. Ο χρόνος που απαιτείται για να μεταβεί το βλήμα από ένα τυχόν σημείο του ανοδικού τμήματος της τροχιάς στην κορυφή είναι μικρότερος απ' αυτόν που απαιτείται για να μεταβεί από την κορυφή στο σημείο του καθοδικού τμήματος της τροχιάς που βρίσκεται στο ίδιο ύψος σ' αντίθεση με την περίπτωση τροχιάς στο κενό που είναι ίση.

λ. Η ταχύτητα του βλήματος κατά την πτήση του στην ατμόσφαιρα δεν μπο-

ρεί ν' αυξηθεί απεριόριστα.

μ. Το καθοδικό τμήμα της τροχιάς είχε μία κατακόρυφη ασύμπτωτη (όταν ο χρόνος πτήσεως τείνει στο άπειρο η γωνία πτώσεως ω τείνει στις -90°).



Σχ. 3.4-1: Σύγκριση τροχιών στο κενό και στην ατμόσφαιρα

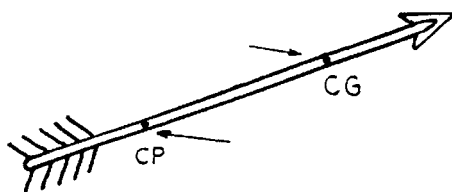
3.5. ΦΥΣΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ ΒΛΗΜΑΤΟΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί ένα δεξιόστροφο βλήμα πυροβολικού το οποίο κινείται στην ατμόσφαιρα υπόκειται σε μία μετατόπιση προς τα δεξιά. Αποτέλεσμα της μετατοπίσεως αυτής είναι ότι το σημείο πτώσεως του βλήματος δεν ευρίσκεται στο επίπεδο βολής αλλά δεξιότερα απ' αυτό.

Κατόπιν των ανωτέρω ως Φυσική Εκτροπή βλήματος ορίζεται "Η απόσταση του σημείου πτώσεως ενός βλήματος από το επίπεδο βολής". Το φαινόμενο αυτό αναλύεται αναλυτικά στη συνέχεια.

α. Ευστάθεια Βέλους και Βλήματος

Ένα βέλος έχει μπροστά ένα αιχμηρό κατεργασμένο από πέτρα ή μέταλλο άκρο, ξύλινο κορμό και διάφορα φτερά στο πίσω του άκρο όπως φαίνεται στο σχήμα 3.5-1.



Σχήμα 3.5-1: Ευστάθεια βέλους

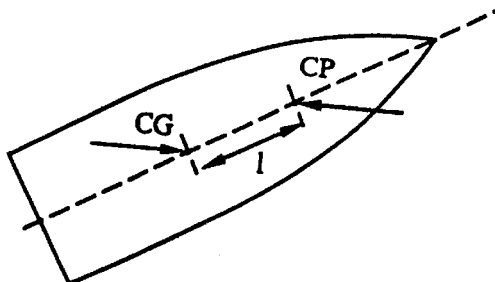
Συνέπεια αυτής της κατασκευής είναι ότι το κέντρο βάρους (ή αδράνειας) του βέλους είναι σχετικά μπροστά ενώ το κέντρο πίεσεως λόγω της μεγάλης αεροδυναμικής αντιστάσεως την οποία δημιουργούν τα φτερά τα οποία είναι σχετικά πίσω.

Τα εν λόγω φτερά τοποθετούνται παράλληλισμένα μεταξύ τους σε σχήμα σταυρού για να δίνουν ευστάθεια στο βέλος σε κάθε επίπεδο πτήσεως.

Εκ πείρας είναι γνωστό ότι ένα βέλος όπως αυτό που περιγράφηκε έχει ευσταθή πτήση κατά την κίνησή του στην ατμόσφαιρα. Μία απαίτηση, για να υπάρξει κατ' αρχήν στατική ευστάθεια είναι το κέντρο βάρους του βέλους CG (Center of Gravity) να βρίσκεται μπροστά από το κέντρο πίεσεως CP (Center of Pressure). Αν κατά την κίνηση του βέλους στην ατμόσφαιρα εμφανισθεί σ' αυτό κάποια δύναμη ή ζεύγος δυνάμεων με την τάση να το εκτρέψουν από την τροχιά του τότε αναπτύσσεται μια ροπή επαναφοράς από τη δύναμη αδράνειας (Αποτέλεσμα του Νόμου του Νεύτωνα) και την αντίσταση του αέρα η οποία τείνει να το επαναφέρει στη κανονική του τροχιά προσδίδοντας του κατά τον τρόπο αυτό ευσταθή πτήση.

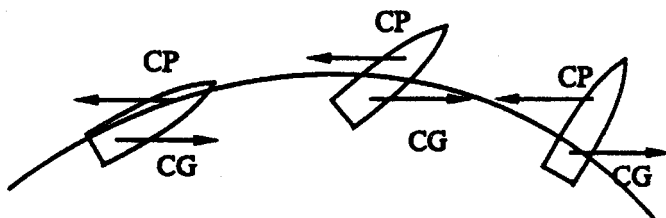
Αντίθετα όμως από το βέλος, σ' ένα βλήμα πυροβολικού το κέντρο πίεσεως CP βρίσκεται μπροστά από το κέντρο βάρους CG όπως φαίνεται στο σχήμα 3.5-2. Το γεγονός αυτό οφείλεται στα γενικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του βλήμα-

τος όπως αυτά διαμορφώνονται από τις ευρύτερες απαιτήσεις της Βλητικής και της Πυροβολικής.



Σχήμα 3.5-2: Αστάθεια Βλήματος

Υπό τις προαναφερθείσες λοιπών συνθήκες αν θεωρήσουμε ότι ένα βλήμα πυροβολικού εκτελεί μόνο μεταφορική κίνηση στην ατμόσφαιρα τότε υπό την επίδραση της ροπής που δημιουργείται από την αντίσταση του αέρα και της αδράνειας θα αναγκασθεί να εκτελέσει μία σύντομη και μη ομαλή τροχιά κινούμενο όπως φαίνεται στο σχήμα 3.5-3 όπου η γωνία προσβολής αυξάνει συνεχώς.



Σχήμα 3.5-3: Ασταθής πτήση βλήματος

β. Ευστάθεια Περιοστρεφόμενου Βλήματος

Από τα προαναφερθέντα είναι προφανές ότι τα βλήματα πυροβολικού έχουν εκ κατασκευής αδυναμία να έχουν ευσταθή πτήση εκτελούντα μεταφορική μόνο κίνηση στην ατμόσφαιρα.

Η αδυναμία αυτή αίρεται δι' εξαναγκασμού του βλήματος να εκτελεί πέρα

της μεταφορικής του κινήσεως και μιας περιστροφικής κινήσεως γύρω από τον άξονα συμμετρίας του.

Υπό την επίδραση τότε μιας αεροδυναμικής δυνάμεως N καθέτου προς τον άξονα συμμετρίας του στο κέντρο πίεσεως CP ο άξονας αυτός του βλήματος σύμφωνα με τον 2ο Νόμο των γυροσκοπίων θα υποστεί μία μετάπτωση με γωνία μεταπτώσεως θ και θα διαγράψει ένα κώνο με κορυφή το κέντρο βάρους του βλήματος CG .

Αν υποτεθεί ότι η γωνιακή ταχύτητα του βλήματος ως προς τον άξονα συμμετρίας του είναι ω και η μετάπτωση του άξονα αυτού είναι σταθερή τότε αποδεικνύεται στην βιβλιογραφία ότι:

$$\omega_p = \frac{N l}{\omega I_z \eta \mu \theta}$$

όπου: ω_p = Η γωνιακή ταχύτητα μεταπτώσεως του άξονα συμμετρίας του βλήματος

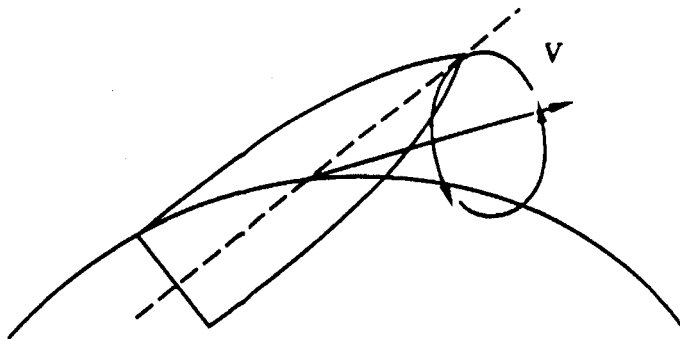
N = Η κάθετος προς το άξονα συμμετρίας του βλήματος συνιστώσα της συνισταμένης των Δυνάμεων της αεροδυναμικής που εξασκούνται στο βλήμα κατά την πτήση του στην ατμόσφαιρα.

l = Η απόσταση μεταξύ CG και CP

I_z = Η ροπή αδράνειας του βλήματος ως προς τον άξονα συμμετρίας του.

Η γωνία μεταπτώσεως θ στην πράξη είναι σχετικά μια πολύ μικρή γωνία (της τάξεως μερικών πρώτων λεπτών μοίρας). Υπό την επίδραση λοιπόν των δυνάμεων της αεροδυναμικής το βλήμα δεν έχει πλέον ασταθή πτήση στην ατμόσφαιρα δεδομένου ότι ο άξονας του τείνει πάντα ν' ακολουθεί το διάνυσμα της μένουσας ταχύτητας διαγράφων λόγω της μεταπτώσεως του όπως φαίνεται στο σχήμα 3.5-4 ένα σχετικά οξύ κώνο γύρω απ' αυτό όπως περιγράφηκε προηγουμένως.

Η περιστροφική κίνηση που απαιτείται για να έχει ευσταθή πτήση στην ατμόσφαιρα ένα βλήμα είναι δυνατό πρακτικά να επιτευχθή με δύο τρόπους.



Σχήμα 3.5-4: Ευσταθής πτήση βλήματος περιστρεφόμενου

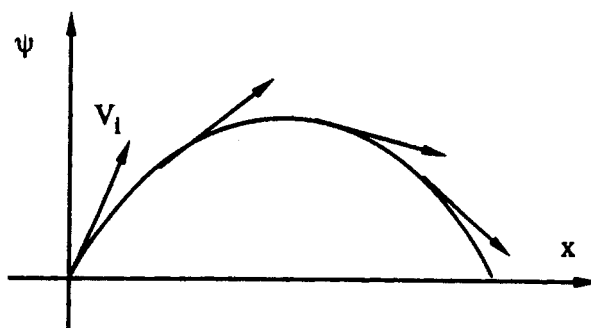
Με τον πρώτο τρόπο (Spin Stabilized) που είναι και ο κατά κανόνα χρησιμοποιούμενος στα βλήματα πυροβολικού η δράση των εσωτερικών ελικοειδών ραβδώσεων του κοίλου του πυροβόλου επί της ζώνης σφηνώσεως του βλήματος αναγκάζει αυτό να εξέρχεται από τον σωλήνα με μία υψηλή γωνιακή ταχύτητα σύμφωνα με τις απαιτήσεις ευσταθών πτήσεων. Κατά τον δεύτερο τρόπο (Fin Stabilized) που χρησιμοποιείται συνήθως από βλήματα που βάλλονται από εκτοξευτά αυτά φέρουν στο πίσω μέρος αναδιπλούμενα ή χωνευτά πτερύγια τα οποία ανοίγουν μετά την εκτόξευση των. Λόγω δε του προσανατολισμού των σε σχέση με τον άξονα συμμετρίας του βλήματος (παρουσιάζουν μια μικρή κλίση) αναγκάζουν τούτο να περιστρέφεται κατά την μεταφορική του κίνηση στην ατμόσφαιρα.

Αν θεωρηθεί γενικά ένα βλήμα το οποίο έχει ευσταθή πτήση στην ατμόσφαιρα χωρίς να περιστρέφεται τούτο προφανώς φέρει εξωτερικά πτερύγια εγκατεστημένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε, όπως στην περίπτωση του βέλους, το κέντρο πίεσεως να μεταφέρεται πίσω από το κέντρο βάρους του.

γ. Αιτία της Φυσικής Εκτροπής

Η φυσική εκτροπή ενός βλήματος πυροβολικού οφείλεται στην περιστροφική του κίνηση σε συνδιασμό με την συνεχή μείωση της κλίσεως της τροχιάς του.

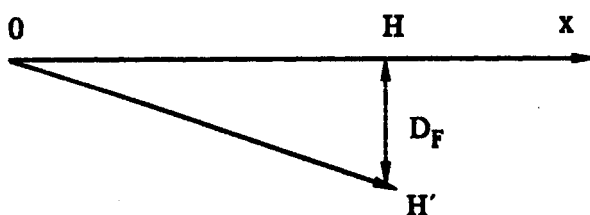
Αναλυτικότερα το διάνυσμα της μένουσας ταχύτητας V ως εφαπτόμενο της τροχιάς σε κάθε σημείο αυτής συνεχώς στρέφει προς τα κάτω καθώς το βλήμα κινείται στην ατμόσφαιρα, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.5-5.



Σχήμα 3.5-5: Διαδοχικές θέσεις διανύσματος Μένουσας ταχύτητας

Το δεξιόστροφο βλήμα πυροβολικού έχει προφανώς μετάπτωση επίσης προς τα δεξιά. Κατά την περιστροφή λοιπόν του άξονα συμμετρίας του βλήματος γύρω από το διάνυσμα της μένουσας ταχύτητας και επειδή αυτό συνεχώς στρέφει προς τα κάτω, το βλήμα θα παραμείνει προσανατολισμένο περισσότερο χρόνο δεξιά του επιπέδου βολής απ' ότι αριστερά. Τούτο διότι όταν ο άξονας συμμετρίας του βλήματος διαγράφει δεξιό ημικύκλιο το διάνυσμα της μένουσας ταχύτητας θα τείνει ν' απομακρυνθεί απ' αυτόν ενώ όταν διαγράφει το αντίστοιχο αριστερό ημικύκλιο θα τείνει να το πλησιάσει.

Συνέπεια του φαινομένου αυτού είναι ότι το βλήμα (εφ' όσον δεν δέχεται καμία άλλη επίδραση πλευρικής μετατοπίσεως) θα πέσει δεξιότερα του επιπέδου βολής κατά ένα γραμμικό μέγεθος το οποίο καλείται "Φυσική εκτροπή" (DRIFT) όπως φαίνεται στο σχήμα 3.5-6.



Σχήμα 3.5-6: Φυσική Εκτροπή Βλήματος

Το μέγεθος της φυσικής εκτροπής ενός βλήματος πυροβολικού είναι προφανώς συνάρτηση των χαρακτηριστικών του βλήματος και του χρόνου πτήσεως. Τούτο είναι δυνατό να φτάσει σε μέγεθος μερικές εκατοντάδες υάρδων, π.χ. για βλήμα 5"/38 στα 5 km βεληνεκές η φυσική Εκτροπή (DRIFT) είναι περί τα 4,5 m ενώ στο μέγιστο βεληνεκές είναι περί τα 500 m. Για ένα επίσης βλήμα 76 mm/62 στα 5 km η Φυσική Εκτροπή είναι περί τα 6 m ενώ στα 10 km είναι περίπου 52 m.

Η Φυσική Εκτροπή ενός βλήματος δεν θα πρέπει τέλος να συγχάεται με την εν γένει πλευρική εκτροπή η οποία είναι δυνατόν να οφείλεται και σε άλλους παράγοντες όπως π.χ. πλευρικός άνεμος κ.λ.π.

δ. Υπολογισμός της Φυσικής Εκτροπής (D_F)

Ο υπολογισμός της φυσικής εκτροπής ενός βλήματος γίνεται βάση του τύπου:

$$D_F = R (1-D') \frac{d^3}{\mu \cdot w} (\varphi + \omega) \quad (3.5-1)$$

όπου: D_F = Η Φυσική Εκτροπή σε υάρδες

R = Το βεληνεκές σε υάρδες

D' = Ειδικός συντελεστής που ονομάζεται "Συντελεστής Φυσικής Εκτροπής"

d = Το διαμέτρημα του βλήματος σε ίντσες

μ = Βήμα των αυλακίων του κοίλου του πυροβόλου μετρούμενο σε διαμετρήματα

w = Το βάρος του βλήματος σε λίβρες

φ = Η γωνία αναχωρήσεως σε ακτίνια

ω = Η γωνία πτώσεως σε ακτίνια.

Ο Συντελεστής Φυσικής Εκτροπής έχει εντελώς εμπειρική τιμή η οποία υπολογίζεται με πειραματικές βολές σε βαλλιπέδια. Κατά τη διαδικασία αυτή μ' ένα πυροβόλο βάλλεται αριθμός βολών στην ίδια πάντα απόσταση. Στη συνέχεια υπολογίζεται η μέση τιμή της μετρηθείσης σε κάθε βολή, φυσικής εκτροπής. Κατά τον τρόπο αυτό υπολογίζεται πειραματικώς η Φυσική Εκτροπή για τα συγκεκριμένα στοιχεία βολής. Κατόπιν αυτών ο συντελεστής Φυσικής Εκτροπής υπολογίζεται από την εξίσωση 3.5-1 επιλύοντας ως προς D' .

Στην τυχόν πινακιοποίηση των τιμών της Φυσικής Εκτροπής οι αντίστοιχες στήλες συμπληρούνται δια συνδιασμού πειραματικών βολών σε διάφορες αποστά-

σεις και εφαρμογής του εμπειρικού τύπου (3.5-1).

ε. Παράδειγμα Υπολογισμού D_F

Να υπολογισθεί η Φυσική Εκτροπή βλήματος FCL(VT) MK 49 5"/38 για βεληνεκές 10.000 yds.

Δίδεται: $\mu = 30$ και $D' = 0,8828$.

Από τους πίνακες βολής OP 551 και για, το βεληνεκές των 10.000 yds λαμβάνονται τ' ακόλουθα αντιστοιχούντα στοιχεία:

$$w = 55,18 \text{ lbs}$$

$$\varphi = 662,4' = 0,1926 \text{ ακτίνια}$$

$$\omega = 1239' = 0,3604 \text{ ακτίνια}$$

Δι' εφαρμογής στη συνέχεια του τύπου (3.5-1) προκύπτει:

$$D_F = 10.000 (1-0,8828) \frac{5^3}{30 \cdot 55,18} (0,1926+0,3604)$$

$$D_F = 48,96 \text{ yds}$$

3.6. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Κατά κανόνα όλοι έχουν παρατηρήσει την επίδραση του ανέμου σε μία μπάλα ποδοσφαίρου. Ανάλογα με την διεύθυνση του ανέμου η μπάλα είναι δυνατό να κινηθεί δεξιά ή αριστερά ή να πέσει πλησιέστερα ή πιο μακριά από το σημείο που είναι επιθυμητό να πέσει.

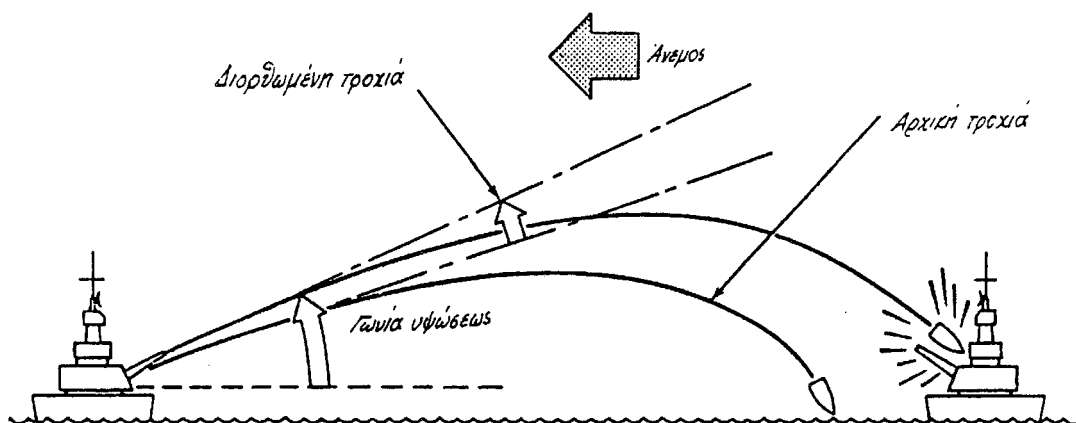
Ο άνεμος έχει ακριβώς την ίδια επίδραση και σ' ένα βλήμα κινούμενο στην ατμόσφαιρα. Δηλαδή αν ο άνεμος φυσάει από δεξιά το βλήμα θα παρασυρθεί αριστερότερα της τροχιάς του και αντιστρόφως. Εάν επίσης το βλήμα κινείται προς την κατεύθυνση από την οποία πνέει ο άνεμος θα ελλατωθεί το βεληνεκές του ενώ αν κινείται προς την κατεύθυνση προς την οποία κινείται ο άνεμος το βεληνεκές του θα αυξηθεί.

Όταν ένα βλήμα βάλλεται από ένα πυροβόλο η ταχύτητα του αρχικά είναι σχετικά πολύ υψηλή με συνέπεια ο άνεμος να έχει μικρή επίδραση στη κίνηση του

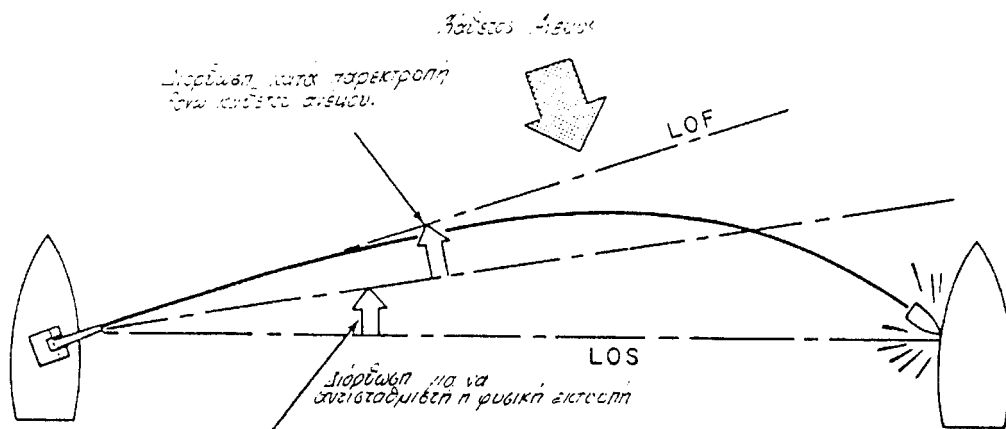
βλήματος. Καθώς όμως η ταχύτητα του βλήματος, με την πάροδο του χρόνου ελατύεται, η επίδραση του ανέμου επί της κινήσεως του βλήματος συνεχώς αυξάνει. Ως εκ τούτου όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος πτήσεως του βλήματος τόσο μεγαλύτερη είναι και η επίδραση του ανέμου στην τροχιά του βλήματος.

Δύο άλλοι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το ποσό της αποκλίσεως του βλήματος από την τροχιά του υπό την επήρεια του ανέμου είναι η ταχύτητα του ανέμου και το μέγεθος του βλήματος. Είναι προφανές ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ανέμου τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η επίδραση αυτού στην κίνηση του βλήματος. Επίσης όπως και στην περίπτωση της Φυσικής Εκτροπής έτσι και στην περίπτωση της επήρειας του ανέμου, τα μεγάλα βλήματα έχουν μεγάλη ροπή αδράνειας και ως εκ τούτου στην επήρεια του ανέμου μπορούν και αντιστέκονται αποτελεσματικότερα απ' ότι τα μικρότερα βλήματα.

Εάν ο άνεμος πνέει κατά μήκος της σκοπευτικής γραμμής (LOS) τότε ονομάζεται **"Παράλληλος άνεμος"** (Range wind) ενώ εάν πνέει κάθετα προς την σκοπευτική γραμμή ονομάζεται **"Κάθετος άνεμος"** (Cross wind). Η επίδραση του παράλληλου ανέμου αντισταθμίζεται δι' αυξήσεως ή ελαττώσεως της υψώσεως του πυροβόλου ανάλογα με την περίπτωση, ενώ η επίδραση καθέτου ανέμου αντισταθμίζεται δι' αυξήσεως ή ελαττώσεως της στροφής του πυροβόλου, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.6-1 και 3.6-2.



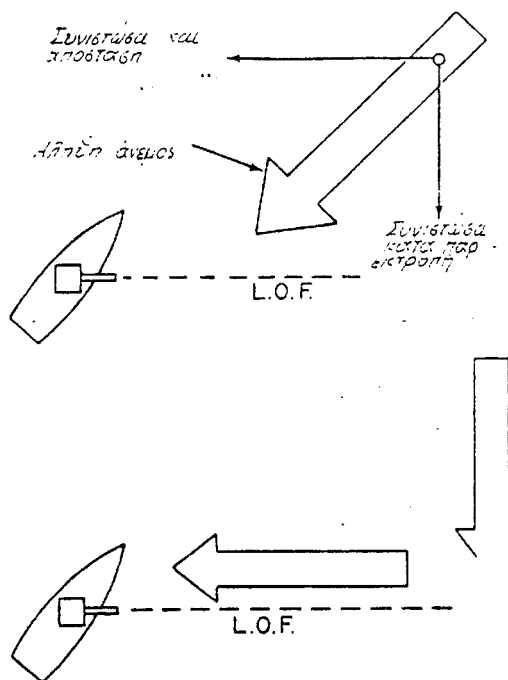
Σχήμα 3.6-1: Διόρθωση στην ύψωση για ν' αντισταθμιστή ο άνεμος που πνέει από την κατεύθυνση του στόχου



Σχήμα 3.6-2.: Διόρθωση στην στροφή για ν' αντισταθμιστεί κάθετος άνεμος

Εάν ο άνεμος γενικά φύσαγε κατά τρόπο ώστε να είναι παράλληλος ή κάθετος προς την σκοπευτική γραμμή τότε προφανώς ο υπολογισμός της επήρειας του στην τροχιά του βλήματος και ο υπολογισμός του ποσού κατά το οποίο θα έπρεπε να μεταβληθεί η ύψωση ή η στροφή του πυροβόλου για ν' αντισταθμιστεί η επήρεια του αυτή, θα ήταν σχετικά απλή διαδικασία. Στην πραγματικότητα όμως ο άνεμος φυσάει σχηματίζοντας κάποια τυχαία γωνία με τη γραμμή σκοπεύσεως. Για να υπολογισθούν λοιπόν τα προαναφερθέντα στοιχεία θα πρέπει πρώτα ν' αναλυθεί το διάνυσμα της ταχύτητας του ανέμου σε δύο συνιστώσες εκ των οποίων η μία παράλληλη προς τη γραμμή σκοπεύσεως και η άλλη κάθετη. Μετά απ' αυτή την ανάλυση η επήρεια κάθε συνιστώσας του ανέμου θα πρέπει να εξετασθεί μεμονωμένα όπως φαίνεται στο σχήμα (3.6-3) και οι αντίστοιχες απαιτούμενες διορθώσεις για αντιστάθμιση της επήρειας των συνιστωσών αυτών να υπολογισθούν και να τεθούν στην ύψωση και στροφή του πυροβόλου ανεξάρτητα.

Οι διορθώσεις όμως αυτές για να αντισταθμιστεί η επήρεια του ανέμου στο βλήμα είναι όλες κατά προσέγγιση διότι στη πραγματικότητα τόσο η διεύθυνση όσο και η ένταση του ανέμου μεταβάλλονται συναρτήσει του ύψους. Για παράδειγμα ο άνεμος στην επιφάνεια της θάλασσας είναι δυνατό να πνέει από Βόρεια ενώ σε ύψος 5.000 Ft να πνέει από Νότια. Στις περιπτώσεις λοιπόν αυτές η επίδραση του ανέμου στο βλήμα θα είναι διαφορετική σε κάθε ύψος πτήσεως του, ανάλογα με τα στοιχεία του ανέμου στο αντίστοιχο ύψος.



Σχήμα 3.6-3: Ανάλυση ανέμου σε δύο συνιστώσες

Ο καθορισμός των στοιχείων του ανέμου σε διάφορα ύψη απαιτεί προφανώς μετεωρολογικές παρατηρήσεις, οι οποίες στη πράξη γίνονται σε σχέση πάντα με τις υπάρχουσες δυνατότητες και ανάγκες. Προκειμένου λοιπόν ν' αντισταθμιστεί η εν γένει επίρρεια του ανέμου στην τροχιά του βλήματος θα πρέπει στους σχετικούς υπολογισμούς να ληφθεί κατ' αρχή υπόψη κάποιος κατάλληλος συμβατικός άνεμος ο οποίος καλείται "Βλητικός Άμενος" (Ballistic wind).

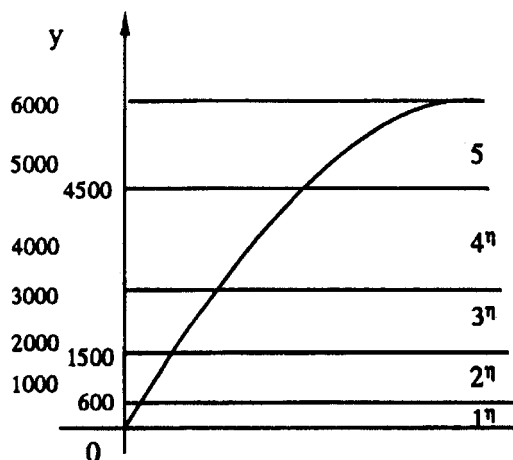
Είναι δηλαδή ο Βλητικός άνεμος μια συμβατική έκφραση εξαρτώμενη από τον αληθή άνεμο (διεύθυνση - ένταση) που επικρατεί στα διάφορα ύψη από τα οποία διέρχεται η τροχιά και από τον χρόνο παραμονής του βλήματος στα εν λόγω ύψη. Κατόπιν αυτού ο Βλητικός άνεμος ορίζεται ως ακολούθως:

"Βλητικός άνεμος είναι ο θεωρητικός άνεμος ο οποίος έχει την ίδια επίρρεια στην τροχιά την οποία έχουν συνολικά οι διάφοροι άνεμοι που πνέουν στα ύψη από τα οποία διέρχεται ένα βλήμα κατά την κίνησή του στην ατμόσφαιρα".

α. Υπολογισμός του Βλητικού Ανέμου

Ο Βλητικός άνεμος υπολογίζεται στην πράξη ως εξής:

(1) Το επίπεδο βολής στο οποίο απεικονίζεται η τροχιά του βλήματος, χωρίζεται σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 3.6-1 σε ζώνες καθ' ύψος όπως φαίνεται στο σχήμα (3.6-4), (στο οποίο υποτίθεται ότι το βέλος της τροχιάς είναι 6.000 ft).



Σχήμα 3.6-4: Ζώνες ύψους για Υπολογισμό του Βλητικού Ανέμου

(2) Με μετεωρολογικές παρατηρήσεις προσδιορίζεται η διεύθυνση και ένταση του επικρατούντος ανέμου σε κάθε μία από τις προαναφερθείσες ζώνες ύψους.

(3) Υπολογίζεται ο συντελεστής παραμονής του βλήματος σε κάθε ζώνη επί τοις εκατό του συνολικού χρόνου πτήσεως. Προς τον σκοπό αυτό οι τιμές των συντελεστών παραμονής κατά ζώνες ύψους για μία κλασσική τροχιά βλήματος στην ατμόσφαιρα παρέχονται στον Πίνακα 3.6-1 π.χ. για την περίπτωση της τροχιάς του σχήματος 3.6-4 έχουμε:

1η Ζώνη	:	0,09
2η Ζώνη	:	0,12
3η Ζώνη	:	0,20
4η Ζώνη	:	0,20
5η Ζώνη	:	0,39
Σύνολο	:	1 $\Rightarrow$ 100%

(4) Τα διανύσματα που παριστούν την διεύθυνση και ένταση που επικρατεί σε κάθε ζώνη ύψους αφού πολλαπλασιαστούν με το αντίστοιχο συντελεστή παραμονής προστίθενται. Η συνισταμένη αυτών είναι ο βλητικός άνεμος, όπως στο σχήμα (3.6-5) φαίνεται:



Σχήμα 3.6-5: Βλητικός άνεμος

3.7. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

Είναι προφανές ότι όλες οι αρχές της εξωτερικής βλητικής καθώς και της εσωτερικής βλητικής ισχύουν ακόμη και όταν ο στόχος ή και το βάλλον πλοίο κινούνται. Στην περίπτωση όμως αυτή η σχετική θέση του στόχου ως προς το βάλλον πλοίο μεταβάλλεται συνεχώς (πλην της ειδικής περιπτώσεως όπου και το βάλλον πλοίο και ο στόχος έχουν την ίδια κίνηση ως προς την επιφάνεια της γης) με συνέπεια να είναι αναγκαίο τόσο η στροφή όσο και η ύψωση του πυροβόλου να αναπροσαρμόζονται συνεχώς. Η επίλυση λοιπόν των εξισώσεων της εξωτερικής βλητικής στη περίπτωση αυτή είναι μία δυναμική λειτουργία κατά την οποία προσδιορίζονται συνεχώς η στροφή και η ύψωση του πυροβόλου που αντιστοιχούν στη μέλουσα θέση του στόχου όπως αυτή προσδιορίζεται από την σχετική κίνηση.

Αναλυτικότερα, προ της επίλυσεως των εξισώσεων της εξωτερικής βλητικής απαιτείται να γίνει ένας υπολογισμός προβλέψεως κατά τον οποίο από τις συντεταγμένες της παρούσας θέσεως του στόχου, των στοιχείων της σχετικής κινήσεως

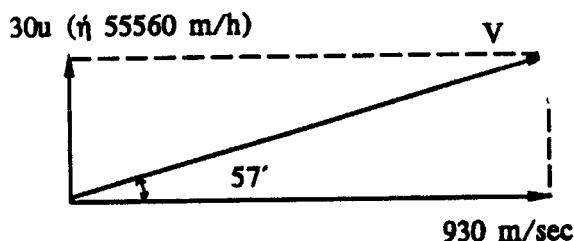
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6-1
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΑΙ ΠΑΡΑΜΟΝΗΣ ΚΑΤΑ ΖΩΝΑΣ ΥΨΟΥΣ

ΒΕΛΟΣ (σε πόδια)	Ζ Ω Ν Α Ι (σ ε π ό δ ι α)										
	0-600	600-1500	1500-3000	3000-4500	4500-6000	6000-9000	9000-12000	12000-15000	15000-18000	18000-24000	24000-30000
600	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.500	3,33	0,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.000	0,17	0,24	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-
4.500	0,11	0,17	0,26	0,46	-	-	-	-	-	-	-
6.000	0,09	0,12	0,20	0,20	0,39	-	-	-	-	-	-
9.000	0,06	0,08	0,14	0,13	0,13	0,46	-	-	-	-	-
12.000	0,04	0,07	0,10	0,10	0,10	0,20	0,39	-	-	-	-
15.000	0,04	0,05	0,08	0,08	0,08	0,16	0,16	0,35	-	-	-
18.000	0,03	0,04	0,07	0,07	0,07	0,13	0,13	0,14	0,32	-	-
24.000	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10	0,39	-
30.000	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08	0,08	0,08	0,16	0,35

Παρατηρήσεις: Οριζόντια τα αθροίσματα πάντοτε είναι ίσα με μονάδα.

και του χρόνου πτήσεως του βλήματος, προσδιορίζονται οι συντεταγμένες του σημείου στο οποίο πρόκειται να βρísκεται ο στόχος όταν θα τον προσβάλλει το βλήμα (οι συντεταγμένες αυτές προσδιορίζουν την μέλουσα θέση του). Στη συνέχεια οι συντεταγμένες αυτές θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση των εξισώσεων της εξωτερικής βλητικής και τον υπολογισμό της στροφής και υψώσεως του πυροβόλου.

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη στην εξεταζόμενη περίπτωση είναι η επίδραση της κινήσεως του βάλλοντος πλοίου στην αρχική ταχύτητα του βλήματος. Ειδικότερα όταν γίνεται η βολή του βλήματος στην ατμόσφαιρα εκτός από την ταχύτητα την οποία αποκτά το βλήμα λόγω των αναπτυσσομένων δυνάμεων της εσωτερικής βλητικής (της γνωστής αρχικής ταχύτητας V_i) υπάρχει και η ταχύτητα του πλοίου η οποία θα πρέπει να προστεθεί διανυσματικά στην αρχική ταχύτητα του βλήματος προκειμένου να προσδιοριστεί η πραγματική ταχύτητα αυτού ως προς ένα σημείο αναφοράς ευρισκόμενο στην επιφάνεια της γης. Για παράδειγμα ας θεωρηθεί ότι ένα πυροβόλο ΟΤΟ MELARA 76mm/62 εγκατεστημένο σ' ένα Α/Τ βάλλει ένα βλήμα προς σχετική διόπτρευση 090° με αρχική ταχύτητα 930 m/sec. Το Α/Τ κινείται με ταχύτητα 30 κόμβους. Η ταχύτητα τότε με την οποία το βλήμα εξερχόμενο του σωλήνα του πυροβόλου αρχίζει να κινείται στην ατμόσφαιρα είναι $V = 930,12$ m/sec και έχει κατεύθυνση αποκλίνουσα κατά $57'$ από το εγκάρσιο του πλοίου όπως στο σχήμα 3.7-1 φαίνεται:



Σχήμα 3.7-1: Επίδραση της κινήσεως του πλοίου στην ταχύτητα του βλήματος

Από το ανωτέρω παράδειγμα διαπιστώνεται ότι αν και κατά κανόνα η επίδραση της ταχύτητας του πλοίου στο μέτρο της αρχικής ταχύτητας του βλήματος είναι σχετικά αμελητέα εν τούτοις η διεύθυνσή της είναι δυνατόν να επηρεασθεί σημαντικά σε σχέση με την απαιτούμενη στην πράξη ακρίβεια βολής όπως την περίπτωση του προαναφερθέντος παραδείγματος όπου η γωνιακή απόκλιση των 57' αντιστοιχεί σε πλευρική εκτροπή του σημείου πτώσεως του βλήματος κατά 165 yds για στόχο ευρισκόμενο σε απόσταση 10.000 yds.

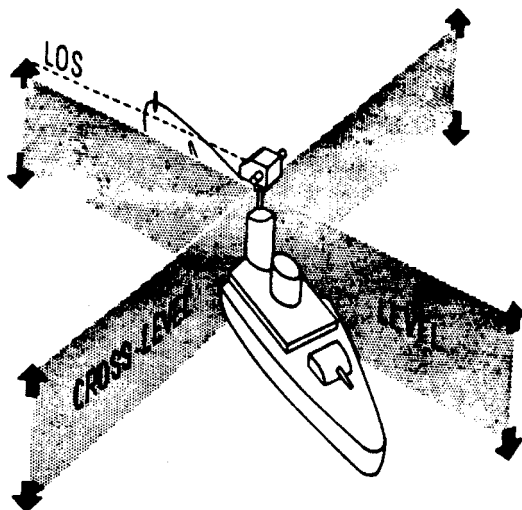
3.8. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την επίλυση γενικά του προβλήματος βολής όταν αναφερόμαστε στο Ναυτικό Πυροβολικό είναι η κίνηση του καταστρώματος. Για να αντισταθμισθεί η κίνηση αυτή απαιτείται μία συνεχής αναπροσαρμογή της στροφής και της υψώσεως του πυροβόλου ώστε ο άξονας του να παραμένει προσανατολισμένος προς την επιθυμητή κατεύθυνση στον χώρο ανεξάρτητα προς την κίνηση του καταστρώματος.

Προς τον σκοπό αυτό χρησιμοποιείται μία κατάλληλη μονάδα σταθμίσεως με την οποία μετριώνται συνεχώς οι γωνίες προνευστασμού και διατοιχισμού της σκοπευτικής γραμμής. Οι γωνίες αυτές που ορίζονται παρακάτω είναι αναγκαίες για τον υπολογισμό των διορθώσεων που πρέπει να γίνουν στη στροφή και ύψωση του πυροβόλου για να αντισταθμιστεί η προαναφερθείσα κίνηση του καταστρώματος.

α. Γωνία Προνευστασμού Σκοπευτικής Γραμμής (LEVEL)

Είναι η γωνία μεταξύ οριζοντίου επιπέδου και επιπέδου καταστρώματος μετρούμενη στο κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται δια της σκοπευτικής γραμμής, όπως φαίνεται στο σχήμα 3.8-1.



Σχήμα 3.8-1: Επίπεδα μετρήσεως γωνιών προνευστασμού (LEVEL) και διατοιχισμού (CROSS LEVEL) της σκοπευτικής γραμμής

β. Γωνία Διατοιχισμού Σκοπευτικής Γραμμής (CROSS LEVEL)

Είναι η γωνία μεταξύ του οριζόντιου επιπέδου και του επιπέδου καταστρώματος μετρούμενη στο επίπεδο που είναι κάθετο στο κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται δια της σκοπευτικής γραμμής, όπως στο σχήμα 3.8-1 φαίνεται.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- 3-1: Προσδιορίσατε το κέντρο πίεσεως CP ενός κώνου ύψους 24 cm σε πτήση υπερηχητική.

Απάντηση:

Επί του άξονα συμμετρίας 16 cm από την κορυφή του.

- 3-2: Αν ο κώνος του προβλήματος 3-1 θεωρηθεί ομογενής, προσδιορίσατε το κέντρο βάρους του CG.

Απάντηση:

Επί του άξονα συμμετρίας του 21 cm από την κορυφή του).

- 3-3: Σε τυχόν διατιθέμενο H/Y εκπονήσατε πρόγραμμα υπολογισμού της αντιστάσεως του αέρα D , του συντελεστού C_D , των συνιστωσών της αντιστάσεως του αέρα D_n , D_B , D_i και των αντίστοιχων συντελεστών C_n , C_B , C_i .

Χρησιμοποιήσατε το πρόγραμμά σας για συγκεκριμένους υπολογισμούς γνωστών βλημάτων πυροβολικού.

- 3-4: Να υπολογισθεί η Φυσική Εκτροπή βαλλομένου από πυροβόλο 5"/38 βλήματος όταν δίδεται ότι η βολή εκτελείται σε απόσταση 5.000 yds και το βάρος του βλήματος είναι 55,18 lbs. Συγκρίνατε την τιμή αυτή με την παρεχόμενη από σχετικούς πίνακες βολής. Σχολιάσατε την διαφορά.

Απάντηση:

6,27 yds.

- 3-5: Να υπολογιστεί ο Βλητικός άνεμος για την περίπτωση που πρόκειται να εκτελεσθούν πυρά επιφανείας με πυροβόλα 76 mm/62 OTO-MELARA από απόσταση 10.000 yds σε μία περιοχή όπου τα μετρηθέντα στοιχεία ανέμου έχουν ως ακολούθως:

Ύψος σε πόδια	Εκτελέσας την παρατήρηση	Παρατηρηθέντα στοιχεία αληθούς ανέμου
0	Βάλλον πλοίο	Από 310°-12κ
1.000	ΑΦΝΣ	Από 045°-20κ
2.000	ΑΦΝΣ	Από 060°-28κ

Απάντηση:

051°-20,6 κ.

- 3-6: Υπολογίσατε την ταχύτητα ως προς σημείο αναφοράς ευρισκόμενο στην επιφάνεια της θάλασσας, με την οποία βλήμα 5"/38 εξέρχεται από σωλήνα πυροβόλου εγκατεστημένου σε Α/Τ.

Δίδονται: Πορεία πλοίου $C_0 = 000^\circ$, ταχύτητα πλοίου $S_0 = 28$ κόμβοι, Σχετική διόπτειση στόχου 180° , $V_I = 2.500$ ft/sec.

Απάντηση: $V = 2453$ ft/sec.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 3-1: Η γωνία μεταπτώσεως θ του άξονα συμμετρίας ενός βλήματος πυροβολικού που ίπταται στην ατμόσφαιρα, πως αλλιώς ονομάζεται στη Βλητική;
- 3-2: Που είναι δυνατόν να οφείλεται το γεγονός ότι η τροχιά ενός βλήματος πυροβολικού δεν ευρίσκεται στο αρχικό επίπεδο βολής;
- 3-3: Ταξινομήσατε κατά σειρά μεγέθους τις τρεις συνιστώσες D_a , D_B , D_s της αντιστάσεως του αέρα D .
- 3-4: Αν οι περιορισμοί για τη σχεδίαση ενός βλήματος τίθεται στο μήκος του και στη διατομή του, ποιό μοντέλο θα πρέπει να προτιμηθεί για να ελαχιστοποιηθεί η αντίσταση κορυφής;
- 3-5: Διερευνήσατε την ευελιξία (manueverability) ενός βλήματος συναρτήσει της αποστάσεως του κέντρου βάρους και του κέντρου πίεσεως.
- 3-6: Κατά τη γνώμη σας είναι τεχνικά δυνατό στο μέλλον ν' αναπτυχθούν κατευθυνόμενα βλήματα πυροβολικού, spin stabilized;
- 3-7: Πέρα της ευσταθούς πτήσεως που επιτυγχάνεται με την περιστροφική κίνηση του βλήματος γύρω από τον άξονα συμμετρίας του, ποιές άλλες θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις έχει η κίνηση αυτή;
- 3-8: Η Φυσική Εκτροπή είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη σ' ένα βλήμα 5" σε σχέση μ' ένα βλήμα 3" για την ίδια απόσταση βολής;
- 3-9: Εξηγήσατε γιατί ένα βλήμα πυροβολικού πέφτει με την κορυφή του;
- 3-10: Αναφέρατε εφικτούς τρόπους εκτελέσεως απαιτούμενων μετεωρολογικών παρατηρήσεων από μία Ναυτική μονάδα που έχει ανάγκη υπολογισμού του "Βλητικού Ανέμου".

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναφέρθηκε και στο 1ο Κεφάλαιο "Πυροβολική είναι η εφαρμοσμένη επιστήμη η οποία αφού λάβει υπ' όψη τα συμπεράσματα της Βλητικής προσπαθεί να αναπτύξει τα μέσα εκείνα και τις μεθόδους που απαιτούνται ώστε τα πυροβόλα όπλα να μπορούν να ανταποκρίνονται στις επιχειρησιακές απαιτήσεις".

Ανεξάρτητα όμως από τον θεωρητικό αυτό ορισμό ο όρος Πυροβολική εκφράζει και τέχνη. Παραδοσιακά δε η τέχνη αυτή είναι περισσότερο συνδεδεμένη με την ικανότητα της αποτελεσματικής χρησιμοποίησης των πυροβόλων.

Η Πυροβολική ως εφαρμοσμένη επιστήμη και τέχνη μας εισάγει σ' ένα ευρύ χώρο επιχειρησιακών εφαρμογών στον οποίο η ταχύτητα, η πρωτοβουλία, η πρωτοτυπία και η αποτελεσματικότητα δεν είναι μόνο προϊόν των διατιθέμενων υλικών μέσων αλλά και του έμπυχου υλικού που τα χειρίζεται.

Στο χώρο της Πυροβολικής υπάρχει επίσης μια αρκετά πλούσια ορολογία η οποία είναι απαραίτητη στην σπουδή της. Στη συνημμένο παράρτημα Β αναφέρονται οι βασικότεροι από τους όρους αυτούς μαζί με την αντίστοιχη λέξη της Αγγλικής. Στο παράρτημα Γ επίσης παρέχονται οι συμβολισμοί που χρησιμοποιούνται στην Πυροβολική με την αντίστοιχη επεξήγηση.

Η πυροβολική ως εφαρμοσμένη επιστήμη στα πλαίσια ενδιαφέροντος του πολεμικού Ναυτικού ενδιαφέρεται να επιλύσει τα προβλήματα κατευθύνσεως βολής των πυροβόλων όπλων όπως αυτά χρησιμοποιούνται στις διάφορες αποστολές του ναυτικού Πυροβολικού.

Με τον όρο **"Διεύθυνση Βολής"** νοείται γενικά η εφαρμοζόμενη εκάστοτε μέθοδος για την βολή των όπλων (βλήματα πυροβολικού, Κ/Θ βλήματα, ύφαλα όπλα κλπ.) προς την κατεύθυνση εκείνη στο χώρο με την οποία θα επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα επί του στόχου. Η Διεύθυνση βολής αναπτύχθηκε ουσιαστικά στις αρχές του 19ου αιώνα και εντεύθεν, δεδομένου ότι μέχρι τότε οι δυνατότητες των όπλων ήταν πολύ περιορισμένες και οι σχετικές με την Διεύθυνση της βολής των απαιτήσεις ήσαν υποτυπώδεις. Ορισμένα μέσα τα οποία δύναται να θεωρηθούν ως σταθμοί στην εξέλιξη της Πυροβολικής και της Διευθύνσεως της Βολής των Πυροβόλων όπλων ήσαν κατά σειρά, το σκοπευτικό των πυροβόλων (κλισιοσκοπία), ο κατευθυντήρας, οι γυροσκοπευτικοί Μηχανισμοί, το Ραντάρ, οι Υπολογιστές (Ηλεκτρομηχανικοί στην αρχή και στην συνέχεια Ηλεκτρονικοί) και τέλος τα ηλεκτροοπτικά συστήματα (Laser και Infrared). Όλες αυτές οι εξελίξεις δημιουργούσαν ένα βιομηχανικό κολοσσό γνωστό επί των ημερών μας ως **"Πολεμική Βιομηχανία"** η οποία έχει λάβει ένα ταχύτατο εξελικτικό ρυθμό ακολουθώντας την **"Τεχνολογική Επανάσταση"** της εποχής.

Αναλυτικότερα η Πολεμική Βιομηχανία στην εξελικτική της πορείας ωθείται από μία εκ των ακόλουθων τριών αναγκών.

- Την ανάγκη της δημιουργίας νέων όπλων προς αντικατάσταση παλαιών, των οποίων ο κύκλος ζωής έχει ολοκληρωθεί.
- Την ανάγκη δημιουργίας νέων όπλων προκειμένου να εφαρμοστεί η νεώτερη τεχνολογία.
- Την ανάγκη δημιουργίας νέων όπλων τα οποία καλούνται να ικανοποιήσουν νέες απαιτήσεις.

Όσον αφορά λοιπόν την Πυροβολική, αυτή τροφοδοτεί την Πολεμική Βιομηχανία με τους προβληματισμούς της και τις επιδιώξεις της μέσα από μια δυναμική διαδικασία. Στην συνέχεια παραλαμβάνει τα νέα όπλα και συστήματα και προσπαθεί να τ' αξιοποιήσει επιχειρησιακώς, κατά τον καλύτερο τρόπο, μελετώντας και καθιερώνοντας διαδικασίες που ανταποκρίνονται στις υπηρεσιακές απαιτήσεις και στις δυνατότητες των διατιθέμενων μέσων.

Από τα προαναφερθέντα προκύπτει τελικά ότι η Πυροβολική σαν εφαρμοσμένη επιστήμη παρουσιάζεται με τρεις διαστάσεις, κάθε μία των οποίων αντιστοιχεί

σ' ένα ξεχωριστό τομέα ενδιαφέροντος της: Οι τρεις αυτοί κύριοι τομείς είναι:

- ΤΟ ΥΛΙΚΟ
- ΤΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ
- ΟΙ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Για το θέμα κατ' αρχήν του υλικού (τα διατιθέμενα δηλαδή στην Πυροβολική μέσα για να εκπληρώσει την αποστολή της) λόγω της εκτάσεως που έχει αυτό το θέμα αποτελεί αντικείμενο για ιδιαίτερη σπουδή και παρουσίαση. Περιληπτικά και δια λόγους συνδέσεως του θέματος αυτού με τα αναφερόμενα στο παρόν βιβλίο μνημονεύεται το γεγονός ότι όπως από τα μέχρι τώρα εκτεθέντα προκύπτει, για την επίλυση ενός προβλήματος Δ.Β. Πυροβολικού απαιτείται η εκτέλεση διαφόρων Υπολογισμών. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ένας "Υπολογιστής" ο οποίος με τα δεδομένα του προβλήματος καλείται κατ' αρχήν να υπολογίσει την στροφή και την ύψωση του πυροβόλου καθώς επίσης και ορισμένα άλλα απαιτούμενα στοιχεία βολής.

Ο προαναφερθείς Υπολογιστής ακολούθησε μία εξέλιξη παρακολουθώντας την εξέλιξη της Τεχνολογίας. Οι χρησιμοποιούμενοι σήμερα υπολογιστές είναι Ηλεκτρονικοί (Διαδικού τύπου - Digital) και χρειάζονται χρόνο μερικών χιλιοστών του δευτερολέπτου για την επίλυση ενός προβλήματος Δ.Β., π.χ. (ο υπολογιστής του ΣΔΒ ΝΑ 21 χρειάζεται το μέγιστο 12 msec για την επίλυση οιοδήποτε προβλήματος Δ.Β.), σε αντίθεση με τους ηλεκτρομηχανικούς υπολογιστές της περασμένης γενιάς (της εποχής του Βου Παγκόσμιου Πολέμου, οι οποίοι ήταν αναλογικοί - Analog) που χρειάζονταν χρόνο μερικών δευτερολέπτων, όπως για παράδειγμα ο Υπολογιστής ΜΚ 1Α του ΣΔΒ ΜΚ 37 των Α/Τ ατμού, ο οποίος για την επίλυση προβλήματος Α/Α απαιτούσε χρόνο 3-4 sec και για επίλυση προβλήματος επιφανείας χρόνο 6-10 sec.

Σε μια λοιπόν προσπάθεια για αποτελεσματική Διεύθυνση Βολής Πυροβολικού απαιτείται ένα τουλάχιστον πυροβόλο συνεργαζόμενο μ' ένα υπολογιστή. Ο συνδυασμός Πυροβόλου-Υπολογιστή και η μεταξύ των συνεργασία δημιουργεί υπό την πλέον απλή μορφή την έννοια του "Συστήματος Διευθύνσεως Βολής Πυροβολικού". Υπ' αυτή την στοιχειώδη του μορφή το Σ.Δ.Β. όπως γίνεται αντιληπτό δεν μπορεί να λειτουργήσει ως αυτόνομο διότι έχει και άλλες ανάγκες πληροφοριών, πολλές από τις οποίες είναι ουσιαστικές στην επίλυση του προβλήματος Δ.Β. Τις πληροφορίες αυτές μπορεί να τις λαμβάνει είτε σε συνεργασία με άλλα

Δ.Β. Τις πληροφορίες αυτές μπορεί να τις λαμβάνει είτε σε συνεργασία με άλλα συστήματα είτε απ' ευθείας από αντίστοιχες δικές του μονάδες.

Όσον αφορά το θέμα προσωπικού είναι προφανές ότι για να αξιοποιηθεί ένα ΣΔΒ Πυροβολικού ή και γενικώτερα για να αξιοποιηθούν επιχειρησιακά τα διατιθέμενα στην Πυροβολική υλικά μέσα θα πρέπει αυτά να χρησιμοποιούνται από προσωπικό κατάλληλα εκπαιδευμένο και που διαθέτει τις απαραίτητες ικανότητες (πνευματικές, ψυχικές ή και κατά περίπτωση σωματικές). Για να φτάσει όμως το προσωπικό στο επίπεδο αυτό χρειάζεται κατ' αρχήν να υποστεί μία εκπαίδευση η οποία ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να περιλαμβάνει διάφορα στάδια, θεωρητικής, Πρακτικής και Επιχειρησιακής εκπαίδευσης. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο ν' αναφερθεί ότι στο θέμα αυτό της εκπαίδευσης, το ανά χείρας βιβλίο φιλοδοξεί να βοηθήσει κάθε ενδιαφερόμενο, εκπαιδευόμενο ή εκπαιδευτή.

Εκτός όμως από το προσωπικό και το υλικό, για να ανταποκριθεί η Πυροβολική στις επιχειρησιακές της γενικά υποχρεώσεις χρειάζεται και κάτι άλλο ακόμα, τις διαδικασίες. Οι διαδικασίες είναι αυτές που θα προσδιορίσουν και θα καθορίσουν τον τρόπο συνεργασίας του προσωπικού που επανδρώνει ένα ΣΔΒ Πυροβολικού, τον τρόπο συνεργασίας του εν λόγω συστήματος με άλλα συστήματα και τέλος τις καταστάσεις ετοιμότητας και τον τρόπο δράσεως και αντιδράσεως του σε κάθε παρουσιαζόμενη περίπτωση.

Σχετικά με τις διαδικασίες θα πρέπει να αναφερθεί ότι και το θέμα αυτό είναι αρκετά εκτεταμένο και μονάχα γενικές αρχές και στοιχεία του, περιέχονται στο βιβλίο αυτό. Κάθε διαδικασία σε τελική μορφή είναι προφανώς μια τυποποιημένη συνεργασία ή γενικώτερα ενέργεια, η οποία ασφαλώς έχει λάβει υπόψη της τυχόν υφιστάμενες ιδιαιτερότητες, πλεονεκτήματα, αδυναμίες, περιορισμούς, ανησυχίες σχετικά με το υλικό, το προσωπικό και το "περιβάλλον", και με όλα αυτά τα δεδομένα έχει μεθοδευτεί ένας βέλτιστος τρόπος δράσεως ή αντιδράσεως του Πυροβολικού. Η τυποποίηση αυτή όσο και αν φαίνεται από μία θεωρητική άποψη τυπική εκτιμάται ότι οδηγεί στο επιθυμητό αποτέλεσμα ασφαλέστερα, ταχύτερα και με μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχίας από μία αυθαίρετη ενέργεια ή ένα αυτοσχεδιασμό ο οποίος είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε αποσυντονισμό με αρνητικά αποτελέσματα.

πρωτοβουλίας δεν παραμερίζεται ούτε αγνοείται η σημασία του γιατί μέσα στις διαδικασίες αυτές υπάρχει το στοιχείο κρίσεως, αποφάσεως, εναλλακτικών λύσεων κ.λ.π. Γενικά, εκτιμάται ότι ο παράγων πρωτοβουλία, επιτελεί και θα εξακολουθήσει να επιτελεί θεμελιώδη ρόλο στην Πυροβολική.

Κατόπιν των ανωτέρω και προκειμένου όπως οργανωθεί η σπουδή της πυροβολικής σ' αυτό το βιβλίο οι τρεις τομείς της που προαναφέρθηκαν δηλαδή, το Υλικό, το Προσωπικό και οι Διαδικασίες αναλύονται περαιτέρω σε θέματα. Καθ' ένα δε απ' αυτά αναφέρεται αντίστοιχα και σ' ένα από τα κεφάλαια που ακολουθούν. Η σειρά αναφοράς στα διάφορα αυτά θέματα της Πυροβολικής θα καταβληθεί προσπάθεια να γίνει κατά τρόπο ώστε, αφ' ενός μεν να διευκολύνει τον αναγνώστη, αφ' ετέρου δε να παρουσιάζεται στο σύνολο μία λογική ενότητα.

Κατ' αρχήν στο 5ο Κεφάλαιο που ακολουθεί γίνεται αναφορά στο **"Πρόβλημα Διευθύνσεως Βολής"** πως αυτό αντιμετωπίζεται από το οπτικό Πρίσμα της Πυροβολικής.

Το θέμα αυτό επιλέγει ως πρώτο στην σπουδή της Πυροβολικής, αφ' ενός με διότι είναι θεμελιώδες γι' αυτήν, αφ' ετέρου διότι το περιεχόμενο του με τις μαθηματικές έννοιες που περιέχει αποτελεί μία λογική συνέχεια της σπουδής της Εξωτερικής Βλητικής που προηγήθηκε.

Μετά το κεφάλαιο αυτό ακολουθεί το 6ο Κεφάλαιο στο οποίο γίνεται μία αναφορά στους πίνακες Βολής και τις εφαρμογές των και ακολουθούν τα υπόλοιπα κεφάλαια τα οποία ολοκληρώνουν το περιεχόμενο αυτού του βιβλίου και την αναφορά στην Πυροβολική.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

4-1: Ποιός ο ορισμός της Πυροβολικής;

4-2: Ποιός ο συνδυαστικός κρίκος μεταξύ Βλητικής και Πυροβολικής;

4-3: Ποιά η σχέση Πυροβολικής και Πολεμικής Βιομηχανίας;

4-4: Η Πυροβολική ως εφαρμοσμένη επιστήμη μπορεί να αναπτυχθεί ή και να εξελιχθεί πάνω σε τρεις διαστάσεις. Ποιές είναι οι διαστάσεις αυτές;

4-5: Η Πυροβολική κατά μία παραδοσιακή άποψη θεωρείται "τέχνη". Πόσο και πως έχει επηρεασθεί η άποψη αυτή, από την εξέλιξη της Τεχνολογίας;

4-6: Τι πλεονεκτήματα και τι μειονεκτήματα παρουσιάζουν τα πυροβόλα όπλα σε σχέση με άλλα υφιστάμενα όπλα, π.χ. Κ/Θ βλήματα, βόμβες ριπτόμενες από Α/Φ κ.λ.π., τα οποία εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ίδιο σκοπό;

4-7: Σε ποιούς επιχειρησιακούς τομείς δεν έχει ακόμα αναπτυχθεί μέχρι σήμερα άλλο όπλο υποκατάστατο των Πυροβόλων;

4-8: Αναφέρατε συγκεκριμένες θετικές ή αρνητικές επιδράσεις του Φυσικού περιβάλλοντος στην Πυροβολική.

4-9: Ποιά η στοιχειώδης ή βασική σύνθεση μονάδων ενός ΣΔΒ Πυροβολικού;

4-10: Ποιά τα πλεονεκτήματα ή και μειονεκτήματα των Συγχρόνων Η/Ν υπολογιστών σε σχέση με τους παλαιότερους ηλεκτρομηχανικούς υπολογιστές ΣΔΒ Πυροβολικού;

4-11: Τι βελτιώσεις εκτιμάται ότι θα πρέπει να αναμένονται στην Πυροβολική τα προσεχή έτη;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΒΟΛΗΣ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

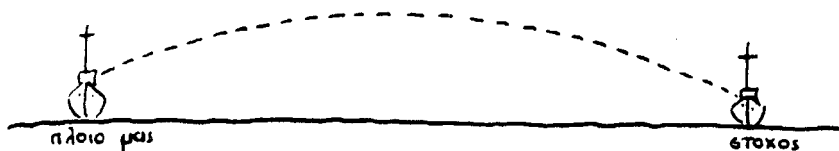
5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το βασικό πρόβλημα το οποίο η Πυροβολική καλείται να επιλύσει είναι "Ποιά η κατεύθυνση προς την οποία πρέπει να στραφεί ένα πυροβόλο ώστε το Βλήμα το οποίο θα βάλλει να μπορέσει να προκαλέσει το επιθυμητό αποτέλεσμα".

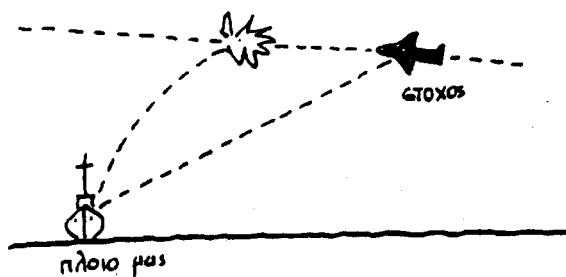
Το πρόβλημα αυτό καλείται "Πρόβλημα Διευθύνσεως Βολής Πυροβολικού" το οποίο στην συνέχεια για συντομία θα αναφέρεται απλώς ως πρόβλημα Διευθύνσεως Βολής ή πρόβλημα Δ.Β.

Αναλύοντας περαιτέρω αυτό διαπιστώνουμε διάφορες περιπτώσεις π.χ. όταν ο στόχος κινείται στην επιφάνεια της θάλασσας ή στον αέρα, όταν ο στόχος είναι κινητός, όταν ο στόχος είναι ορατός από το Βάλλον πλοίο, ή αόρατος λόγω παρεμβολής φυσικών εμποδίων κλπ. Στην πράξη λοιπόν το Βασικό πρόβλημα Διευθύνσεως Βολής είναι δυνατό να παρουσιαστεί με διάφορες παραλλαγές οι οποίες όμως ανάλογα με την ομοιότητα την οποία παρουσιάζουν στην διατύπωση και στην επίλυση του αντίστοιχου προβλήματος Διευθύνσεως Βολής μπορούν να ομαδοποιηθούν στις ακόλουθες τέσσερεις (4) συγκεκριμένες κατηγορίες προβλημάτων:

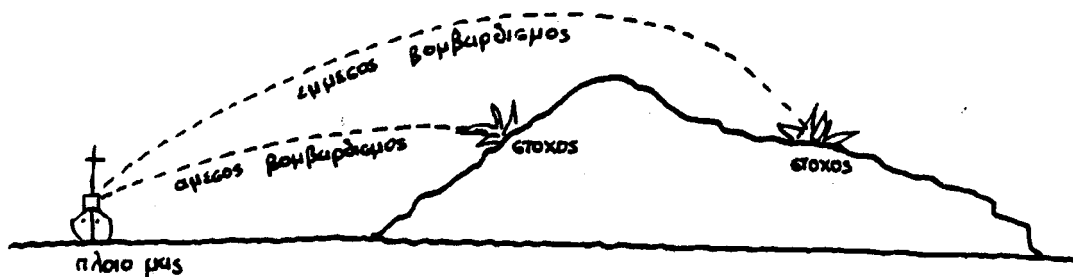
- Το πρόβλημα Βολής επιφανείας, κατά το οποίο ο στόχος ευρίσκεται στη θάλασσα. (Ο στόχος κινείται σε δύο διαστάσεις).
- Το πρόβλημα Βολής Α/Α, κατά το οποίο ο στόχος ευρίσκεται στον αέρα. (Ο στόχος κινείται σε τρεις διαστάσεις).
- Το πρόβλημα Βομβαρδισμού κατά το οποίο ο στόχος ευρίσκεται στην ξηρά.
- Το πρόβλημα Βολής φωτιστικών κατά το οποίο επιδιώκεται ο φωτισμός του στόχου (το φωτιστικό βλήμα να ενεργοποιηθεί σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο στο χώρο του οποίου η θέση προσδιορίζεται σχετικά ως προς τη θέση του στόχου, ώστε να επιτευχθεί βέλτιστος φωτισμός αυτού).



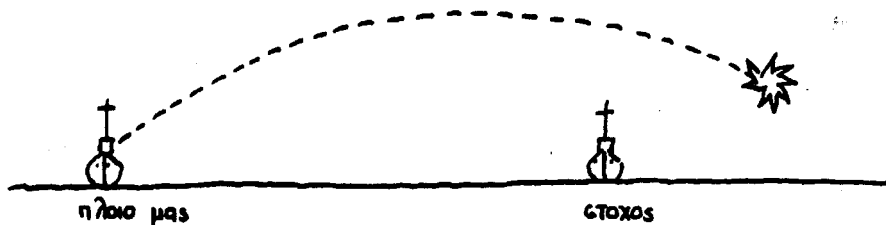
α. Πρόβλημα Διευθύνσεως Βολής Επιφανείας



β. Πρόβλημα Διευθύνσεως Βολής Α/Α



γ. Πρόβλημα Διευθύνσεως Βολής Βομβαρδισμού



δ. Πρόβλημα Διευθύνσεως Βολής Φωτιστικών

Τα προβλήματα αυτά υπό την κλασική τους μορφή παρουσιάζονται εικονογραφημένα στο σχήμα 5.1-1.

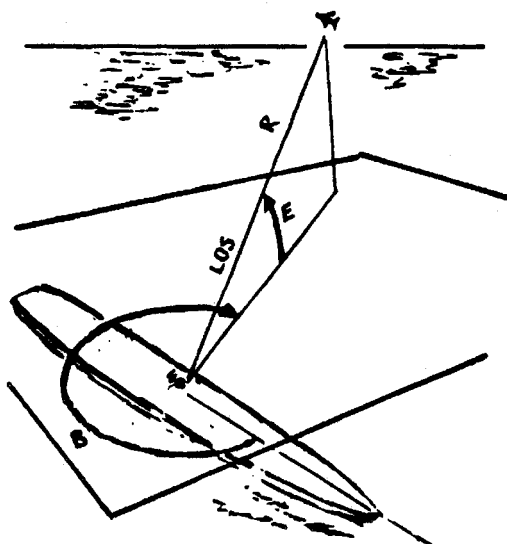
5.2. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ

Τα χρησιμοποιούμενα συστήματα συντεταγμένων για την μέτρηση των φυσικών μεγεθών που υπεισέρχονται στο Πρόβλημα Διευθύνσεως Βολής είναι σφαιρικών, κυλινδρικών και καρτεσιανών συντεταγμένων.

α. Σφαιρικές Συντεταγμένες

Μέτρηση σε σφαιρικές συντεταγμένες παρουσιάζεται στο σχήμα 5.2-1. Στο σχήμα αυτό η θέση του στόχου προσδιορίζεται από:

- την σχετική διώπτευση του στόχου (B)
- την γωνία υψώσεως (E)
- την απόσταση κατά μήκος της σκοπευτικής γραμμής (R).

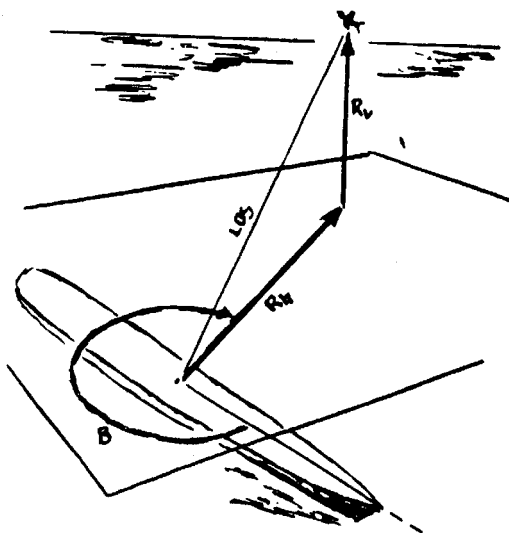


Σχήμα 5.2-1: Προσδιορισμός στόχου με σφαιρικές συντεταγμένες

Αναφερόμενοι στην συνέχεια στους συμβολισμούς του παραρτήματος Γ, η διώπτευση του στόχου ως προς τον αληθή Βορρά θα συμβολίζεται με B_y και η ύψωση του στόχου ως προς το επίπεδο καταστρώματος με E_d .

β. Κυλινδρικές Συντεταγμένες

Στην περίπτωση χρησιμοποίησης κυλινδρικών συντεταγμένων η θέση του στόχου παρουσιάζεται στο σχήμα 5.2-2.



Σχήμα 5.2-2: Προσδιορισμός θέσεως στόχου με κυλινδρικές συντεταγμένες

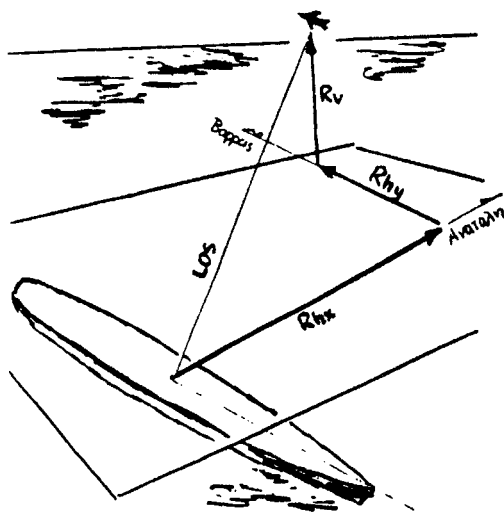
Η θέση αυτή προσδιορίζεται από:

- την διόπτευση του στόχου (B)
- την κατακόρυφη απόσταση στόχου (R_v)
- την οριζόντια απόσταση στόχου (R_h)

Χρησιμοποιώντας και πάλι τους συμβολισμούς του παραρτήματος 'Γ' θα έχουμε την απόσταση του στόχου μετρούμενη στο επίπεδο του καταστρώματος R_d και την κατακόρυφη απόσταση του στόχου ως προς το ίδιο επίπεδο R_{vd} .

γ. Καρτεσιανές Συντεταγμένες

Ο προσδιορισμός της θέσεως του στόχου σε καρτεσιανές συντεταγμένες φαίνεται στο σχήμα 5.2-3.



Σχήμα 5.2-3: Προσδιορισμός θέσεως στόχου με καρτεσιανές συντεταγμένες

Στο σύστημα αυτό των συντεταγμένων η θέση του στόχου καθορίζεται από:

- την κατακόρυφη απόσταση στόχου (R_v)
- την οριζόντια απόσταση στόχου κατά την κατεύθυνση Βορράς-Νότος (R_{hy})
- την οριζόντια απόσταση στόχου κατά την κατεύθυνση Ανατολή-Δύση (R_{hx})

5.3. Η ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΒ ΑΠΟ ΕΝΑ ΣΔΒ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

α. Στάδια Υπολογισμού

Η επίλυση του προβλήματος ΔΒ από ένα σύγχρονο ΣΔΒ γίνεται ουσιαστικά από τον ηλεκτρονικό του υπολογιστή ακολουθώντας πάντα τ' ακόλουθα στάδια υπολογισμού (Παλαιότερα ΣΔΒ της εποχής του Β' Παγκοσμίου Πολέμου χρησιμοποιούσαν ηλεκτρομηχανικούς υπολογιστές).

(1) Καθορισμός παρούσης θέσεως στόχου

Καθορισμός της θέσεως του στόχου την στιγμή της επίλυσεως του προβλήματος ΔΒ πάνω σε σύστημα αναφοράς του οποίου η αρχή των συντεταγμένων είναι στο

πλοίο μας.

(2) Πρόβλεψη μέλλουσας θέσεως-στόχου

Πρόβλεψη της μέλλουσας θέσεως του στόχου βάσει της σχετικής κινήσεως και του χρόνου πτήσεως του Βλήματος.

(3) Υπολογισμός Διορθώσεων

Υπολογισμός των διορθώσεων που πρέπει να γίνουν στη διαταγή στροφής και υψώσεως των πυροβόλων ώστε ν' αντισταθμιστούν σφάλματα λόγω κινήσεως επιπέδου καταστρώματος, λόγω της σχετικής θέσεως των πυροβόλων με το σημείο αναφοράς επι του πλοίου και τέλος λόγω των παραγόντων που επηρεάζουν την κίνηση του βλήματος κατά την πτήση του στην ατμόσφαιρα.

(4) Μετάδοση διαταγών στα πυροβόλα

Μετάδοση από τον υπολογιστή στα πυροβόλα των διαταγών στροφής και υψώσεως.

β. Επίλυση του προβλήματος Δ.Β.

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά πως ένας συγκεκριμένος ηλεκτρονικός υπολογιστής ενός σύγχρονου ΣΔΒ το οποίο κρίθηκε κατάλληλο να ληφθεί ως πρότυπο για την εν λόγω περίπτωση, εκτελεί την επίλυση του προβλήματος Δ.Β.

Για την επίλυση γενικά ενός προβλήματος ΔΒ εκτελούνται αρκετά περίπλοκοι υπολογισμοί από τον υπολογιστή του ΣΔΒ ακολουθώντας τις σχετικές εντολές ενός προγράμματος.

Τα σχετικά στάδια υπολογισμών που γίνονται αναφέρονται αναλυτικά στη συνέχεια όπου παρέχονται επίσης διαγραμματικές και μαθηματικές πτυχές του προβλήματος.

Όταν το οριζόντιο επίπεδο ταυτίζεται με το επίπεδο καταστρώματος, η σχετική διόπτευση στόχου (B) και η στροφή K/Θ (Bd) είναι ίσες. Όταν το επίπεδο καταστρώματος πάρει μία κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο και η στροφή του K/Θ (σε ΣΔΒ στα οποία τον λειτουργικό ρόλο του K/Θ εκτελεί άλλη μονάδα π.χ. ένα ραντάρ πυροβολικού, τότε τα αναφερόμενα για τον K/Θ ισχύουν αντίστοιχα και για την εν λόγω μονάδα των συστημάτων αυτών) είναι διαφορετική από 0° ή 180° σχετική διόπτευση, απαιτείται να υπολογισθεί κάποια διόρθωση j(Bd) η οποία πρέπει να γίνει στην διόπτευση στόχου ως προς το επίπεδο καταστρώματος Bd για να προκύψει η σχετική διόπτευση στόχου ως προς το οριζόντιο επίπεδο B. Ισχύει δηλαδή η σχέση

$$B = Bd + j(Bd)$$

Η προαναφερθείσα διόρθωση j(Bd) εξαρτάται τόσο από τον προνευστασμό της σκοπευτικής γραμμής Eι όσο και από τον διατοιχισμό αυτής Zd.

Εάν στη σχετική διόπτευση του στόχου B προστεθεί η πορεία του πλοίου μας τότε προκύπτει η διόπτευση του στόχου ως προς τον αληθή Βορρά. Είναι δηλαδή

$$By = B + Co$$

Εάν επίσης στην ύψωση του στόχου ως προς το επίπεδο καταστρώματος Ed αφαιρεθεί αλγεβρικά η γωνία προνευστασμού της σκοπευτικής γραμμής Eι προκύπτει η ύψωση του στόχου ως προς το οριζόντιο επίπεδο E. Είναι δηλαδή

$$E = Ed - Eι$$

Η γωνία προνευστασμού της σκοπευτικής γραμμής θεωρείται θετική όταν το επίπεδο καταστρώματος ευρίσκεται κάτωθεν του οριζόντιου επιπέδου.

Στην συνέχεια θα πρέπει να υπολογισθεί η οριζόντια απόσταση Rh και η κατακόρυφη απόσταση Rv του στόχου. Οι αποστάσεις αυτές θα χρησιμοποιηθούν σε διάφορους άλλους υπολογισμούς που ακολουθούν. Στο σχήμα 5.3-2 φαίνεται η γραφική παράσταση του προβλήματος.

Από την επίλυση του ορθογωνίου τριγώνου του σχήματος 5.3-2 έχουμε:

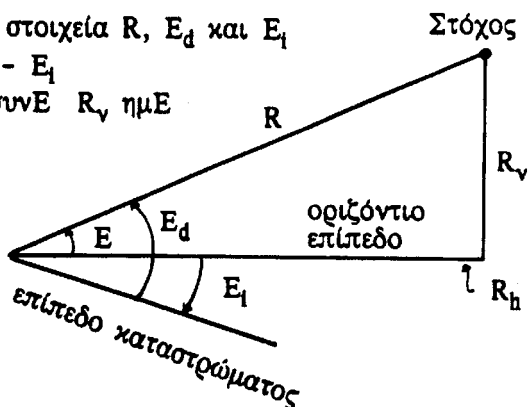
$$R_h = R \sin E$$

$$R_v = R \eta \mu E$$

Από τα στοιχεία R , E_d και E_l

$$E = E_d - E_l$$

$$R_h = R \sin E \quad R_v = R \eta \mu E$$



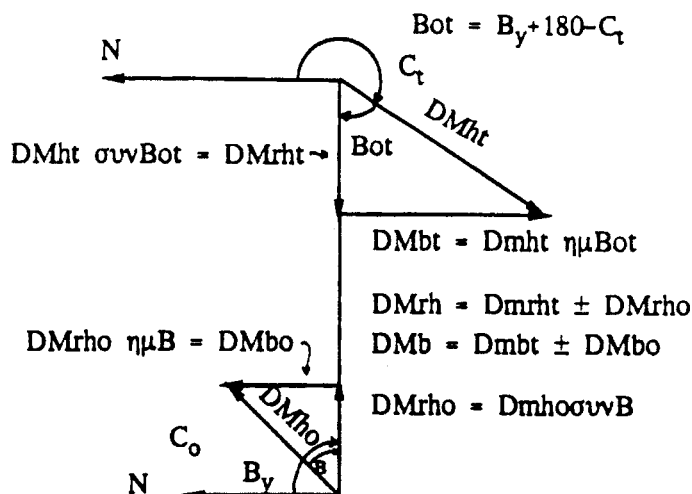
$$\left. \begin{array}{l} \text{Γωνία προνευστασμού} \\ \text{σκοπευτικής γραμμής} \end{array} \right\} \begin{array}{ll} E_l > 0 & E = E_d - E_l \\ E_l < 0 & E = E_d + E_l \end{array}$$

Σχήμα 5.3-2: Θέση στόχου ως προς το οριζόντιο επίπεδο

Συνοψίζοντας τα προαναφερθέντα σχετικά με τον υπολογισμό της παρούσας θέσεως του στόχου παρατηρούμε ότι με γνωστά τα R , E_d και E_l (τα οποία στην πράξη μετρούνται με κατάλληλες μονάδες που το ΣΔΒ διαθέτει) υπολογίζονται στη συνέχεια από τον υπολογιστή του συστήματος με τον τρόπο που προαναφέρθηκε η B , E , R_v και R_h .

Στο επόμενο στάδιο θα πρέπει να υπολογισθούν οι γραμμικές μεταβολές διαφορών μεγεθών σχετικά με την κατεύθυνση της σκοπευτικής γραμμής όπως φαίνεται στο σχήμα 5.3-3 που ακολουθεί.

Στο κατωτέρω σχήμα αυτό το διάνυσμα DM_h αντιπροσωπεύει την πορεία και ταχύτητα του πλοίου μας και το διάνυσμα DM_{ht} τ' αντίστοιχα στοιχεία του στόχου. Η σχηματιζόμενη γωνία Boi ονομάζεται γωνία στόχου.



Σχήμα 5.3-3: Πρόβλημα ΔΒ στο οριζόντιο επίπεδο

Τα προαναφερθέντα δύο διανύσματα αναλύονται σε δύο συνιστώσες στο οριζόντιο επίπεδο εκ των οποίων η μία είναι προς την κατεύθυνση της σκοπευτικής γραμμής και η άλλη κάθετη προς αυτήν.

Κατόπιν των ανωτέρω η ταχύτητα μεταβολής της απόστασης $DMht$ υπολογίζεται με αλγεβρική πρόσθεση των συνιστωσών των ταχυτήτων πλοίου μας και στόχου κατά μήκος της σκοπευτικής γραμμής. Είναι δηλαδή

$$DMrho = DMho \cdot \sin B$$

$$DMrht = DMht \cdot \sin Bot$$

και

$$DMrh = DMrht + DMrho$$

Εάν η $DMrho$ και η $DMrht$ επιδρούν κατά τρόπο τέτοιο ώστε η μεταξύ του πλοίου μας και του στόχου απόσταση ν' αυξάνει, τότε αυτές θεωρούνται θετικές και στην αντίθετη περίπτωση αρνητικές.

Η ταχύτητα επίσης της γραμμικής μεταβολής της διοπτρεύσεως DMb όπως και

από το σχήμα 5.3-3 φαίνεται, υπολογίζεται αντίστοιχα ως ακολούθως:

$$DMbo = DMho \cdot \eta\mu B$$

$$DMbt = DMht \cdot \eta\mu Bot$$

και

$$DMb = DMbo + DMbt$$

Η $DMbo$ και $DMbt$ είναι θετικές εάν η επίδρασή τους έχει ως συνέπεια την προς τα δεξιά στροφή της σκοπευτικής γραμμής (η αύξηση της διοπτρεύσεως προς την οποία αυτή βρίσκεται).

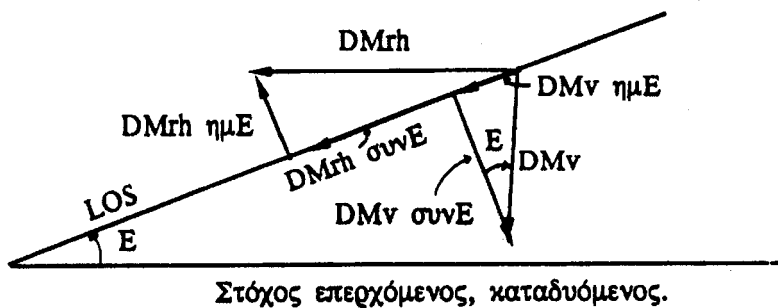
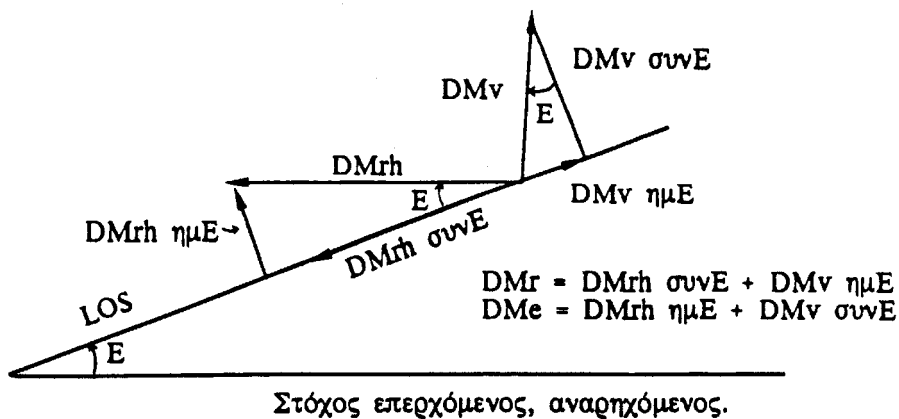
Όπως φαίνεται στο σχήμα 5.3-4 που ακολουθεί, η κίνηση του στόχου ως προς κατακόρυφο επίπεδο θα πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπ' όψη.

Η ταχύτητα αναρρηχίσεως του στόχου DM αντιπροσωπεύει την ταχύτητα της γραμμικής μεταβολής του ύψους του στόχου. Η $DMrh$ που υπολογίστηκε προηγουμένως μαζί με την DM χρησιμοποιήθηκαν για την απεικόνιση του διαγράμματος στο κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται από την σκοπευτική γραμμή και παρουσιάζεται στο σχήμα 5.3-4. Όπως φαίνεται στο σχήμα αυτό το αλγεβρικό άθροισμα των συνιστωσών της $DMrh$ και DMv κατά μήκος της σκοπευτικής γραμμής δίδει την ταχύτητα μεταβολής της παρούσης αποστάσεως του στόχου και το αλγεβρικό άθροισμα των συνιστωσών των κατά διεύθυνση κάθετη στην σκοπευτική γραμμή, δίδει την ταχύτητα της γραμμικής μεταβολής καθ' ύψωση του στόχου DMe . Είναι δηλαδή

$$DMr = DMrh \text{ συν } E + DMv \text{ ημ } E$$

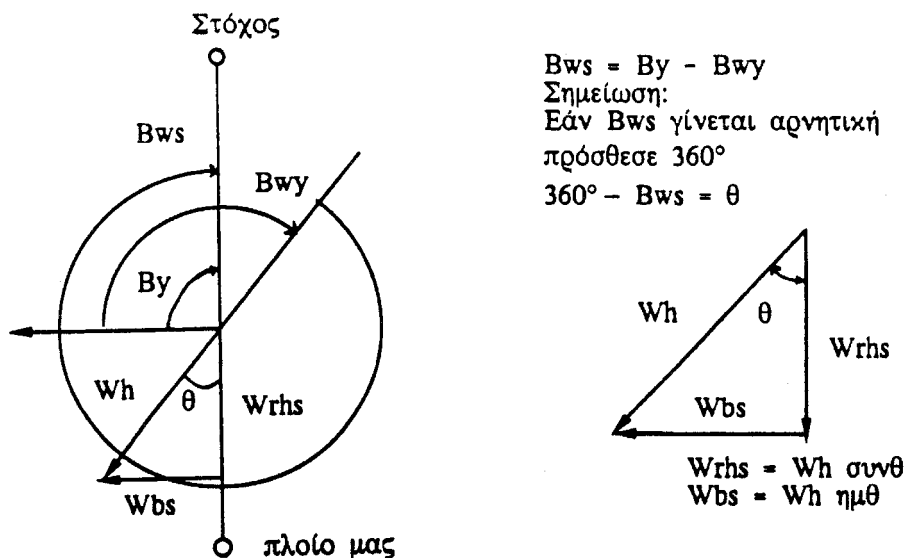
και

$$DMe = DMrh \text{ ημ } E + DMv \text{ συν } E$$



Σχήμα 5.3-4: Πρόβλημα ΔΒ στο κατακόρυφο επίπεδο

Το τμήμα υπολογισμού της παρούσας θέσεως του στόχου του υπολογιστού του ΣΔΒ αναλύει επίσης τον αληθή άνεμο σε δύο συνιστώσες, μία κατά μήκος της σκοπευτικής γραμμής και μία κάθετο προς αυτήν όπως αναλυτικά φαίνεται στο σχήμα 5.3-5.



Σχήμα 5.3-5: Ανάλυση αληθούς ανέμου σε δύο συνιστώσες

Το διάνυσμα Wh στο σχήμα αυτό παριστά την ένταση του αληθούς ανέμου ενώ η κατεύθυνση του παρίσταται με την γωνία Bwy .

Με στόχους αέρα υψηλής ταχύτητας παρέχεται πολύ λίγος χρόνος για εμπλοκή του Πυροβολικού των πολεμικών πλοίων. Για τον λόγο αυτό είναι αναγκαίο ο υπολογιστής κάθε ΣΔΒ πυροβολικού να αντιδρά ταχύτατα και αυτόματα για να καθορίζει την πορεία και ταχύτητα του στόχου καθώς επίσης και την ταχύτητα αναρηχίσεως του.

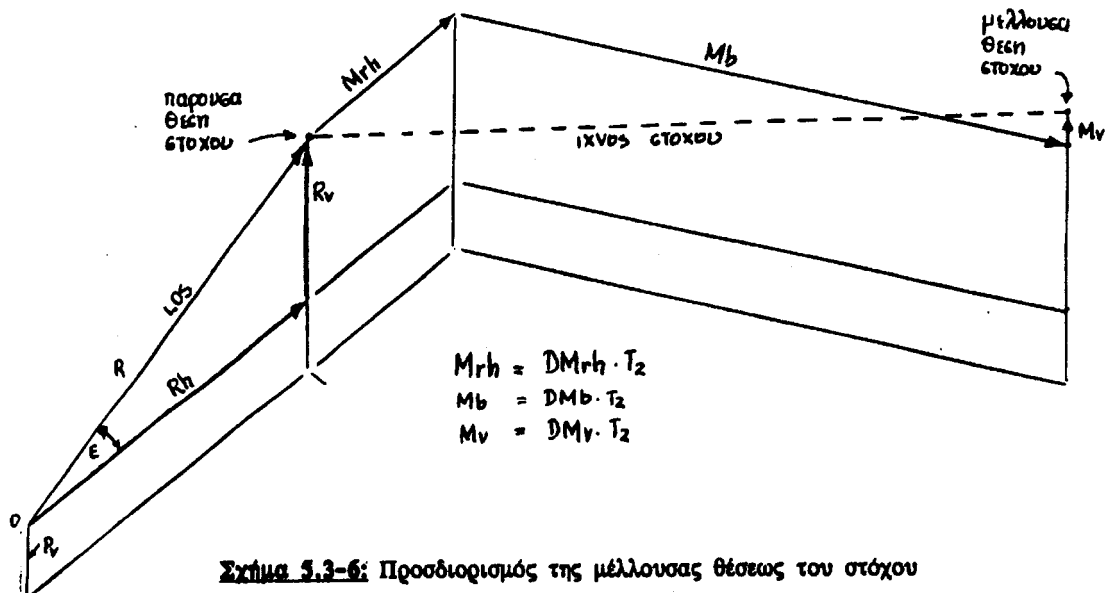
Οι ποσότητες αυτές δηλαδή οι Ct , $DMht$ και DMv πρέπει να προσδιορίζονται από τον υπολογιστή. Ο υπολογιστής χρησιμοποιεί μία διαδικασία η οποία καλείται "έλεγχος ταχυτήτων μεταβολής" (Rate control) για να προσδιορίσει τις ποσότητες αυτές. Η διαδικασία αυτή δεν κρίθηκε σκόπιμο να αναφερθεί αναλυτικά στο Βιβλίο αυτό, πλην όμως περιληπτικά θα μπορούσε να λεχθεί ότι κατά την διαδικασία αυτή γίνεται σύγκριση μεταξύ παραγομένων και παρατηρούμενων τιμών και οι τυχόν διαφορές οι οποίες προκύπτουν αντιπροσωπεύουν αντίστοιχα "σφάλματα" τα οποία υπό μορφή σημάτων χρησιμοποιούνται για να διορθώσουν τις παραγόμενες από τον υπολογιστή τιμές.

(2) Υπολογισμός της μέλλουσας θέσεως του στόχου και των Βλητικών διορθώσεων

Η λειτουργία του τμήματος προβλέψεως και Βλητικής του υπολογιστού έχει ως αντικειμενικό σκοπό να υπολογίζει την γραμμή πυρός (line of fire) η οποία προσδιορίζεται σε σχέση με την σκοπευτική γραμμή. Αναλυτικότερα το τμήμα αυτό του υπολογιστού υπολογίζει:

- (α) Την θέση που θα έχει ο στόχος με το πέρας του χρόνου πτήσεως του βλήματος
- (β) Την γωνιακή απόκλιση των πυροβόλων από την προαναφερθείσα θέση του στόχου ώστε το βλήμα να πλήξει τον στόχο.

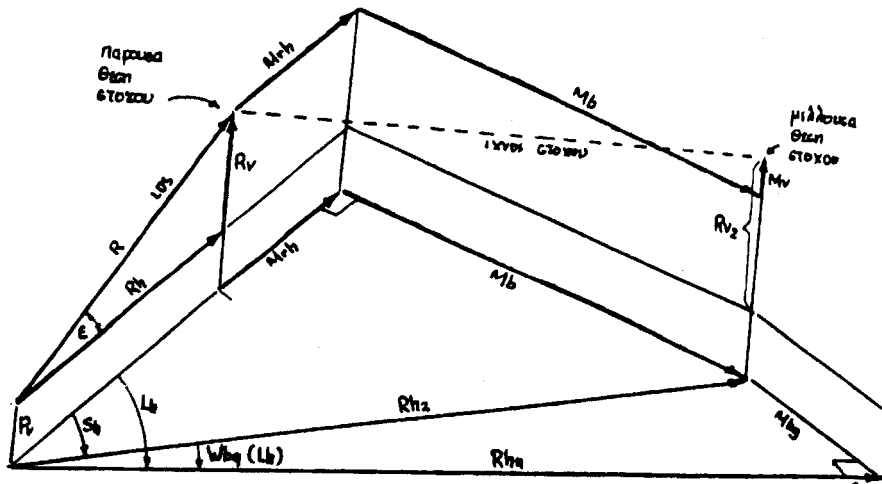
Όπως φαίνεται στο σχήμα 5.3-6 που ακολουθεί η μέλλουσα θέση του στόχου προσδιορίζεται δια πολλαπλασιασμού των ταχυτήτων μεταβολής της σχετικής κινήσεως DM_v , DM_{rh} και DM_b με τον χρόνο πτήσεως T_2 και συγκρίνοντας τις προκύπτουσες γραμμικές ποσότητες με τις τιμές R_h και R_v της παρούσας θέσεως του στόχου. Το θέμα του ορθού υπολογισμού του χρόνου πτήσεως T_2 θα παρουσιαστεί αργότερα στο Κεφάλαιο αυτό.



Σχήμα 5.3-6: Προσδιορισμός της μέλλουσας θέσεως του στόχου

Υπολογισμός της στροφής B_g και νηώσεως E_g του πυροβόλου απαιτεί διάφορες διορθώσεις για να αντισταθμιστούν παράγοντες κινήσεως και Βλητικής. Στο

σχήμα 5.3-7 παρουσιάζεται η προβολή της γραμμής πυρός στο οριζόντιο επίπεδο και στο σχήμα 5.3-8 η γραμμή πυρός στο κατακόρυφο επίπεδο.



Σχήμα 5.3-7: Γραμμή πυρός στο οριζόντιο επίπεδο

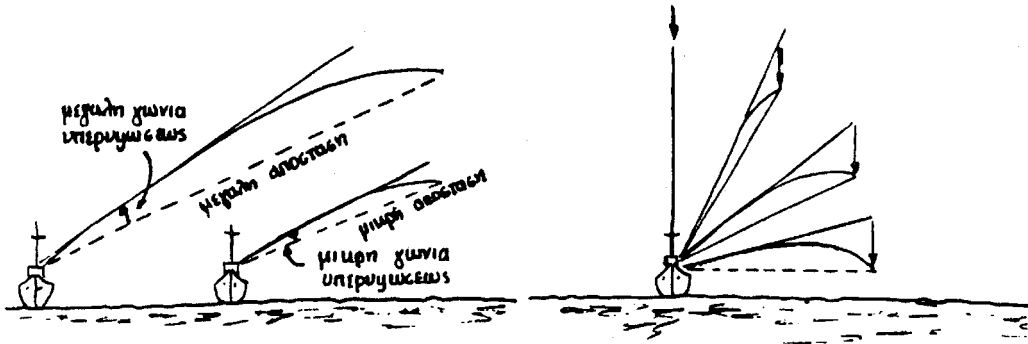
Η οριζόντια παρεκτροπή L_h προσδιορίζεται δια συγκρίσεως της οριζόντιας παρεκτροπής λόγω σχετικής κινήσεως S_h και της οριζόντιας παρεκτροπής λόγω Βλητικών διορθώσεων $W_{bg}(L_h)$ η οποία περιλαμβάνει την επίπτωση του ανέμου, της φυσικής εκτροπής και τις τυχόν διορθώσεις διευθύνσεως βολής. Η οριζόντια παρεκτροπή L_h συνδιάζεται με τη σχετική διόπτρευση στόχου B προκειμένου να προσδιοριστεί η στροφή του πυροβόλου B_g .

Στο υπ' όψη $\Sigma\Delta B$ καθώς επίσης και στα περισσότερα $\Sigma\Delta B$ ο συνδυασμός αυτός των δύο γωνιών γίνεται σε άλλο τμήμα του υπολογιστού το οποίο περιγράφεται παρακάτω και ονομάζεται τμήμα υπολογισμού κλίσεως στροφαλλίγγων και παραλλάξεων.

Η ύψωση του πυροβόλου E_g προκύπτει από το άθροισμα της γωνίας υψώσεως του σκοπευτικού σημείου E_4 και της γωνίας υψώσεως κλισιοσκοπιών V_4 .

Η γωνία E_4 προσδιορίζεται από την επίλυση του ορθογώνιου τριγώνου του οποίου η κατακόρυφη πλευρά H_4 προέρχεται από τον συνδυασμό του κατακόρυφου ύψους του στόχου R_v , της κατακόρυφης γραμμικής παραλλάξεως P_v και της κατα-

λεται αντιστρόφως ανάλογα προς την ύψωση όπως φαίνεται στο σχήμα 5.3-9.



Σχήμα 5.3-9: Μεταβολή γωνίας υπερυψώσεως συναρτήσει

A: αποστάσεως στόχου

B: υψώσεως στόχου

Ο χρόνος πτήσεως T_2 υπολογίζεται επίσης στο τμήμα αυτό του υπολογιστή με μία επαναληπτική διαδικασία κλειστού βρόγχου. Κατά την διαδικασία αυτή ο υπολογισμός ξεκινάει με μία υποτιθέμενη τιμή του χρόνου πτήσεως T_2 η οποία συγκρίνεται με την R_4 και E_4 και διορθώνεται μέχρι ότου έλθει σε συμφωνία. Σε κάθε κύκλο υπολογισμού ο χρόνος πτήσεως T_2 διορθώνεται πάντοτε για τυχόν απόκλιση από τις κανονικές συνθήκες του ανέμου, της αρχικής ταχύτητας και της πυκνότητας της ατμόσφαιρας.

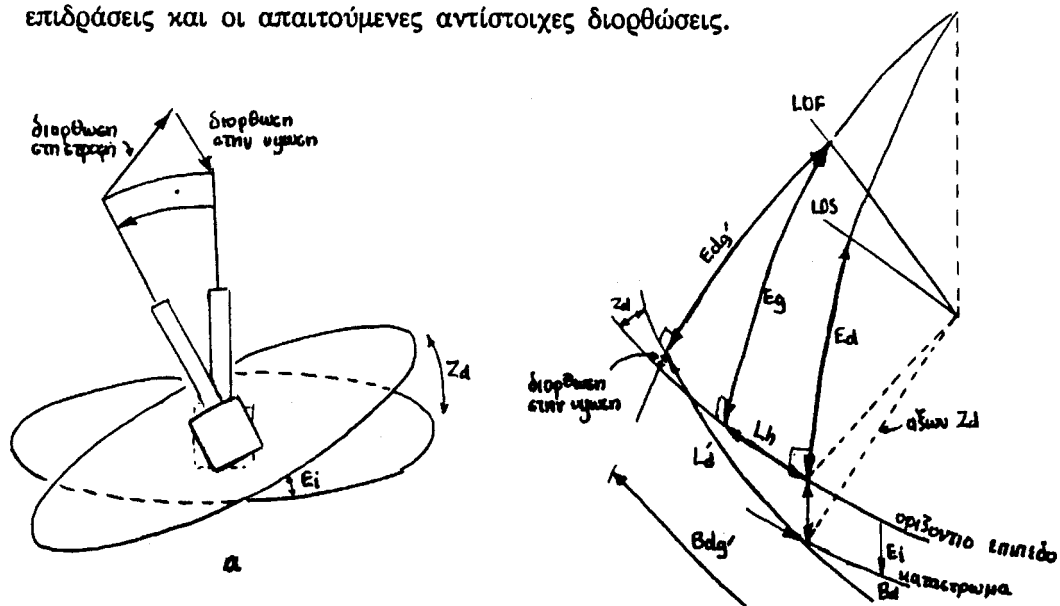
(3) Υπολογισμός της διαταγής στροφής και υψώσεως των πυροβόλων

Ο υπολογισμός αυτός γίνεται στο επόμενο τμήμα του υπολογιστού του ΣΔΒ το οποίο καλείται τμήμα υπολογισμού κλίσεως στροφαλλίγων και παραλλάξεων.

Το τμήμα αυτό υπολογίζει τις τιμές της στροφής Bdg' και υψώσεως Edg' ως προς το επίπεδο καταστρώματος που πρέπει να μεταδοθούν στα πυροβόλα.

Οι σωλήνες των πυροβόλων ως γνωστό είναι εγκατεστημένοι μέσα σ' ένα σύστημα (Elevating Mass) με συγκεκριμένο άξονα περιστροφής καθ' ύψωση (στροφαλλίγγες) ενώ κατά στροφή επίσης ολόκληρο το πυροβόλο περιστρέφεται ως προς συγκεκριμένο νοητό άξονα.

Σε κάθε δε περίπτωση που το οριζόντιο επίπεδο δεν ταιριάζει με το επίπεδο καταστρώματος (δηλαδή σε κάθε περίπτωση όπου $Ei \neq 0$ και $Zd \neq 0$), οι ποσότητες Lh και Eg πρέπει να τροποποιηθούν προκειμένου ν' αποτελέσουν τις διαταγές στροφής Bdg' και υψώσεως του πυροβόλου Edg' ως προς το επίπεδο καταστρώματος. Στο σχήμα 5.3-10 που ακολουθεί παρουσιάζονται γραφικά οι προαναφερθείσες επιδράσεις και οι απαιτούμενες αντίστοιχες διορθώσεις.



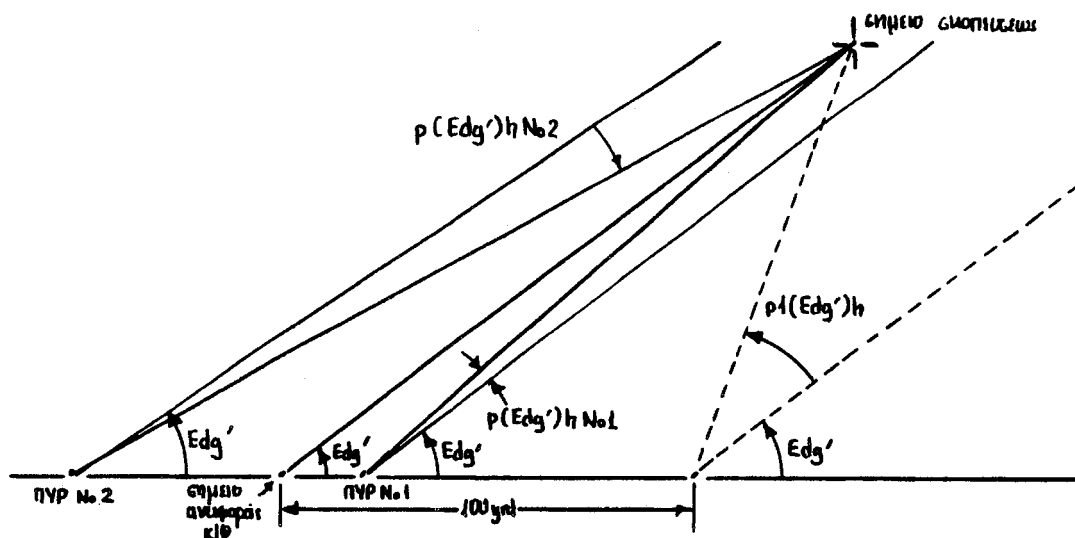
Σχήμα 5.3-10: (α) Επίδραση της κλίσεως στροφαλλίγγων
(β) Απαιτούμενες διορθώσεις

Οι διαταγές στροφής Bdg' και υψώσεως Edg' των πυροβόλων μεταδίδονται στα πυροβόλα με σύγχρο. Εάν όλα τα πυροβόλα ήταν εγκατεστημένα στο σημείο αναφοράς του συστήματος των συντεταγμένων προς το οποίο γίνεται η επίλυση του προβλήματος ΔB τότε προφανώς τα βαλλόμενα από τα πυροβόλα βλήματα θα έπληταν τον στόχο τους χωρίς καμιά περαιτέρω διόρθωση. Όμως τα πυροβόλα ως γνωστό είναι γενικά εγκατεστημένα σε κάποια απόσταση από το εν λόγω σημείο τόσο κατά το διαμήκες όσο και καθ' ύψος και μερικές φορές και κατά το εγκάρσιο του πλοίου. Οι αντίστοιχες αυτές γωνιακές αποκλίσεις που δημιουργούνται εξ αιτίας αυτών των διαφορών ονομάζονται "παραλλάξεις". Στο συγκεκριμένο $\Sigma \Delta B$ το οποίο έχει ληφθεί στην αναφερόμενη περίπτωση ως πρότυπο, η διαφορά παραλλάξεως λόγω διαφορετικού ύψους μεταξύ K/Θ και πυροβόλων λαμβάνεται υπ' όψη κατά τον υπολογισμό του ύψους H_4 του ενδιάμεσου σημείου

του σχημ. 5-3.8. Ως εκ τούτου και ο υπολογισμός της γωνίας E_4 έχει γίνει έχοντας υπ' όψη το σχετικό σφάλμα. Για τους υπολογισμούς αυτούς η διαφορά ύψους μεταξύ Κ/Θ και πυροβόλου λαμβάνεται σταθερή και ίση με 10 yds.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 5.3-11 μία ακόμη γωνιακή ποσότητα θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψη στον προσδιορισμό της γωνίας υψώσεως πυροβόλου ως προς το επίπεδο καταστρώματος Edg' για να αντισταθμιστεί η οριζόντια και κατά το διαμήκες απόσταση μεταξύ Κ/Θ και πυροβόλου. Η ποσότητα αυτή είναι η $\rho 1(Edg')h$ και μπορεί να αναλυθεί σύμφωνα με τα στοιχεία του παραρτήματος "Γ" ως ακολούθως:

- (α) Η ποσότητα Edg' σε παρένθεση δείχνει ότι πρόκειται για διόρθωση στη διαταγή υψώσεως του πυροβόλου.
- (β) Το γράμμα ρ ως σύμβολο που τροποποιεί δείχνει διόρθωση παραλλάξεως.
- (γ) Ο αριθμός 1 χρησιμοποιούμενος ως τροποποιητής ποσότητας δείχνει μια μονάδα παραλλάξεως ή ότι η διόρθωση παραλλάξεως, αντιστοιχεί σε σημείο που απέχει 100 yds μπροστά από το σημείο αναφοράς.
- (δ) Ο τροποποιητής ποσότητας h δείχνει ότι η διόρθωση αυτή οφείλεται σε οριζόντια μετακίνηση του πυροβόλου από τον Κ/Θ.

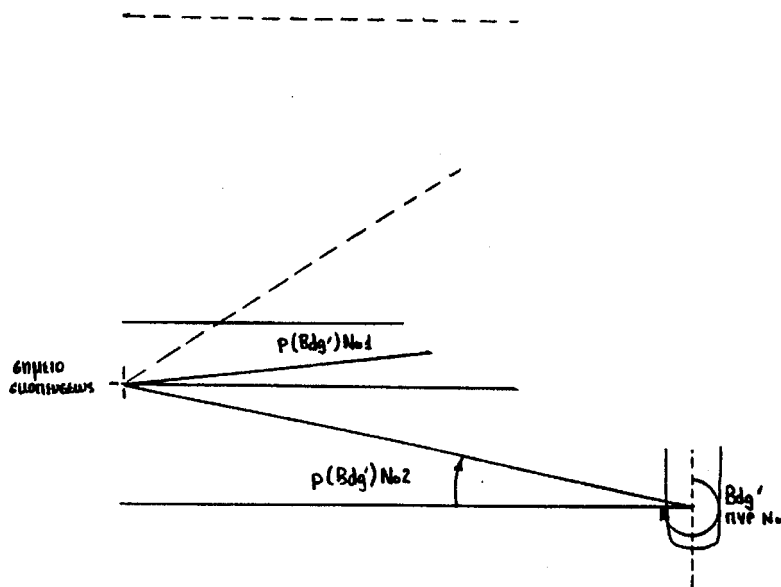


Σχήμα 5.3-11: Παράλλαξη στην ύψωση λόγω αποστάσεως πυροβόλων - Κ/Θ
κατά το διαμήκες του πλοίου

Η μεταδιδόμενη επομένως ποσότητα είναι μία μονάδα διορθώσεως παραλλάξεως καθ' ύψωση $p1(E dg')$ ή η οποία είναι συνάρτηση των ποσοτήτων E_4 , R_4 και $B dg'$ και είναι αντιστρόφως ανάλογη προς την R_4 .

Τα πυροβόλα όπλα βεβαίως δεν βρίσκονται μόνο πρῶραθεν του K/Θ , γι' αυτό το σημείο της υπολογιζόμενης διορθώσεως παραλλάξεως αλλάζει σημείο όταν πρόκειται για πυροβόλα που βρίσκονται πρυμνηθέν του K/Θ . Κάθε πυροβόλο επίσης απέχει από τον αντίστοιχο K/Θ λιγότερο από 100 yds. Για το λόγο αυτό η διόρθωση παραλλάξεως που απαιτείται να γίνει στην ύψωση κάθε πυροβόλου είναι ένα ποσοστό μόνο της υπολογισθείσης μονάδας παραλλάξεως που αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη απόσταση Πυροβόλου - K/Θ .

Η μονάδα παραλλάξεως μεταδίδεται από τον υπολογιστήρα στον δείκτη υψώσεως του πυροβόλου και εκεί μέσω μηχανικής μεταδόσεως με γρανάζια λαμβάνεται μόνο το ποσοστό εκείνο της διορθώσεως το οποίο αντιστοιχεί στο πυροβόλο και το οποίο συμβολίζεται με $p(E dg')$ ή (αφαιρώντας τον αριθμό 1 που ως τροποποιητής ποσότητας προσδιόριζε την γωνία παραλλάξεως που αντιστοιχούσε σε μήκος 100 yds) και η οποία ποσότητα δεν είναι πλέον ίση με την μονάδα παραλλάξεως.



Σχήμα 5.3-12: Παραλλαγή στην στροφή λόγω αποστάσεως πυροβόλων κατά το διαμήκες του πλοίου.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 5.3-12 η κατά το διαμήκες οριζόντια απόσταση μεταξύ πυροβόλου Κ/Θ επιβάλλει μία διόρθωση και στην διαταγή στροφής του πυροβόλου Bdg'. Η βασική διόρθωση που μεταδίδεται από τον υπολογιστή στο πυροβόλο είναι η $p1(Bdg')$ η οποία αναλύεται σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο παράρτημα Γ' ως ακολούθως:

- (α) Bdg' σε παρένθεση δείχνει διόρθωση που εφαρμόζεται στην διαταγή στροφής του πυροβόλου.
- (β) Το σύμβολο p που τροποποιεί την ποσότητα δείχνει διόρθωση παραλλάξεως
- (γ) Ο αριθμός 1 που χρησιμοποιείται επίσης ως τροποποιητής ποσότητας δείχνει ποσότητα μιας μονάδας παραλλάξεως που υπολογίζεται με βασικό μήκος 100 yds.

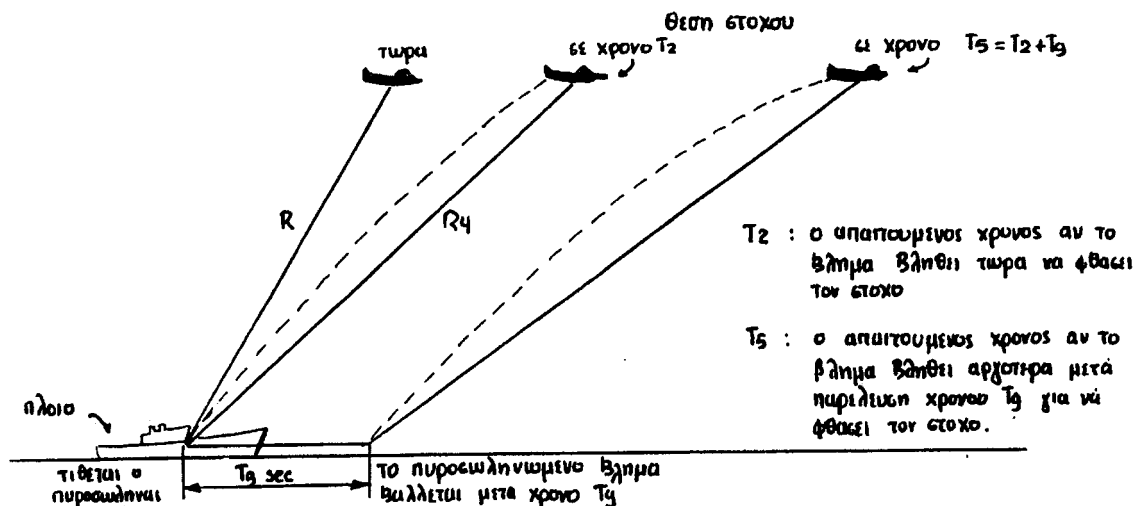
Η ως άνω μονάδα παραλλάξεως είναι συνάρτηση των ποσοτήτων R_4 , E_4 και Bdg' από τις οποίες και υπολογίζεται (συγκεκριμένα είναι συνάρτηση του ημιτόνου της Bdg', της τέμνουσας της E_4 και είναι αντιστρόφως ανάλογη της R_4).

Η ποσότητα αυτή της μονάδας παραλλάξεως $p1(Bdg')$ υπολογίζεται από το εν λόγω τμήμα του υπολογιστή και μεταδίδεται ως έχει προς όλα τα πυροβόλα (συγκεκριμένα στις μονάδας των δεκτών στροφής) όπου δια μηχανικής μεταδόσεως μέσω γραναζιών η διόρθωση που λαμβάνει τελικά κάθε πυροβόλο είναι ένα μέρος αυτής, ανάλογο σε ποσοστό της συγκεκριμένης οριζόντιας κατά το διαμήκες αποστάσεως του από το Κ/Θ. Η σύνδεση επίσης των συγχρο μεταδόσεως της $p1(Bdg')$ από τον υπολογιστή στο κάθε πυροβόλο είναι τέτοια ώστε η διόρθωση που εφαρμόζεται στο κάθε πυροβόλο να είναι προς την σωστή κατεύθυνση, ανάλογα αν το πυροβόλο είναι πλώραθεν ή πρυμνηθεν του Κ/Θ. Η λαμβανομένη λοιπόν ως άνω ποσότητα παραλλάξεως σε κάθε πυροβόλο δεν είναι μία ποσοστιαία μονάδα αλλά ένα μέρος αυτής που συμβολίζεται πλέον ως $p(Bdg')$.

(4) Υπολογισμός πυροσωλήνα

Για τον υπολογισμό της διαταγής πυροσωλήνα το σύστημα διαθέτει ένα ιδιαίτερο μικρότερο σε μέγεθος υπολογιστή ο οποίος συνεργάζεται με τον κύριο υπολογιστή του συστήματος. Ο υπολογιστής αυτός έχει ως αντικειμενικό σκοπό να υπολογίζει τον χρόνο πυροσωλήνα T_s .

Εάν ο πυροσωλήνας μπορούσε να τεθεί στο βλήμα την στιγμή της πυροδοτήσεως του πυροβόλου τότε προφανώς ο χρόνος πυροσωλήνα T_s θα ήταν ίσος με τον χρόνο πτήσεως T_2 . Δυστυχώς όμως από την στιγμή επιλύσεως του προβλήματος ΔΒ μέχρι το βλήμα να βληθεί, μεσολαβεί κάποιος νεκρός χρόνος που συμβολίζεται με T_g . Το σχήμα 5.3-13 που ακολουθεί παρουσιάζει το πρόβλημα υπολογισμού της διαταγής πυροσωλήνα T_s το οποίο καλείται να υπολογίσει ο εν λόγω υπολογιστής.



Σχήμα 5.3-13: Υπολογισμός διαταγής πυροσωλήνα

Ο υπολογισμός της διαταγής πυροσωλήνα συμπληρώνει τ' ακολουθούμενα στάδια επιλύσεως του προβλήματος Δ.Β. Βέβαια μόνο τα γενικά στάδια των υπολογισμών παρουσιάστηκαν με την πεποίθηση ότι μέσω αυτών γίνεται απόλυτα κατανητό τόσο το πρόβλημα ΔΒ όσο και η μεθοδολογία επιλύσεώς τους.

5.4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΔΒ

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή του κεφαλαίου αυτού όλα τα προβλήματα ΔΒ τα οποία παρουσιάζονται στην πράξη μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις (4) συγκεκριμένες κατηγορίες ανάλογα με την ομοιότητα την οποία παρουσιάζουν στα δεδομένα τους, τόσο από τακτικής απόψεως (στόχος επιφανείας, Α/Α κλπ.) όσο και από την άποψη της μαθηματικής μεθοδολογίας την οποία απαιτεί η επίλυσή τους.

Οι κατηγορίες αυτές των προβλημάτων ΔΒ αναλυτικότερα έχουν ως ακολούθως:

α. Το πρόβλημα της Βολής επιφανείας

Στην περίπτωση που ο στόχος είναι επιφανείας, κινούμενος επομένως σε δύο διαστάσεις τότε στα δεδομένα του προβλήματος έχουμε:

- (1) Ύψωση στόχου $E=0$ (Η LOS βρίσκεται κατά κανόνα στο οριζόντιο επίπεδο).
- (2) Η ταχύτητα μεταβολής της διοπτρεύσεως του στόχου DM_b και η ταχύτητα μεταβολής της αποστάσεως αυτού DM_{th} είναι σχετικά μικρές. Τα δεδομένα αυτά προφανώς απλουστεύουν την επίλυση του προβλήματος ΔΒ η οποία προαναφέρθηκε στην παράγραφο 5.3. Στο κεφάλαιο 7 αναπτύσσονται αναλυτικά όλα τα θέματα πυροβολικής που αφορούν γενικά την βολή επιφανείας.

β. Το πρόβλημα της Βολής Α/Α

Στην περίπτωση αυτή ο στόχος είναι αέρος με δυνατότητα κινήσεως σε τρεις διαστάσεις. Το γεγονός και μόνο αυτό σε σύγκριση με το πρόβλημα της βολής επιφανείας δείχνει ότι η επίλυση του προβλήματος στην περίπτωση αυτή είναι πολύπλοκότερη. Στα δεδομένα των προβλημάτων αυτής της κατηγορίας έχουμε:

- (1) Ύψωση στόχου $E \neq 0$ (Η LOS μπορεί να έχει οποιονδήποτε προσανατολισμό στο χώρο).
- (2) Η ταχύτητα μεταβολής της διοπτρεύσεως του στόχου DM_b , της αποστάσεως του στόχου DM_{th} και της υψώσεως του DMe είναι σχετικά μεγάλες. Το γεγονός αυτό επιβάλλει τόσο στον υπολογισμό του προβλήματος ΔΒ όσο και στην όλη αντίδραση του ΣΔΒ την ανάγκη ταχείας αντιδράσεως. Στο κεφάλαιο 8 αναπτύσσονται αναλυτικά όλα τα θέματα πυροβολικής που αφορούν γενικά την βολή Α/Α.

γ. Το πρόβλημα της Βολής Βομβαρδισμού

Στα προβλήματα της κατηγορίας αυτής ο στόχος ευρίσκεται επί της ξηράς. Το γεγονός αυτό δημιουργεί τις ακόλουθες δύο ιδιομορφίες που επιβάλλουν κατά κανόνα διάφορες δυσχέρειες στην επίλυση του προβλήματος ΔΒ τόσο από θεωρητικής όσο και από πρακτικής απόψεως.

- (1) Με στόχο επί της ξηράς και ιδιαίτερα όταν δεν μπορεί να αποκατασταθεί με αυτόν η LOS υπάρχει δυσχέρεια προσδιορισμού της θέσεως καθώς επίσης και της κινήσεώς του. Τα στοιχεία αυτά είναι βασικά και απαραίτητα για την μαθηματική επίλυση του προβλήματος ΔΒ.
- (2) Ανεξάρτητα από την μαθηματική επίλυση του προβλήματος ΔΒ είναι δυνατόν η διαμόρφωση του εδάφους της περιοχής του στόχου να μην επιτρέπει την προσβολή του λόγω φυσικών εμποδίων που παρεμβάλλονται στις αντίστοιχες τροχιές των βλημάτων, ή να δημιουργεί δυσχέρειες στην παρατήρηση των πτώσεων των βολών για εφαρμογή διορθώσεων ΔΒ.

Λόγω της εκτάσεως του θέματος ο τρόπος που αντιμετωπίζονται από την Πυροβολική οι ανωτέρω δυσχέρειες και ιδιομορφίες αναπτύσσονται αναλυτικά στο 9ο κεφάλαιο αυτού του Βιβλίου.

δ. Το πρόβλημα Βολής φωτιστικών

Στην περίπτωση αυτή είναι προφανές ότι ο αντικειμενικός σκοπός της Βολής είναι η δημιουργία επιθυμητού φωτισμού σε μία περιοχή, θαλάσσια ή χερσαία. Ενώ όμως στις τρεις προηγούμενες κατηγορίες προβλημάτων ΔΒ το κάθε πρόβλημα συσχετιζέτο απαραίτητα με κάποιο "στόχο", στην περίπτωση της βολής φωτιστικών η ύπαρξη στόχου δεν είναι απαραίτητη. Ανεξάρτητα δε αν υπάρχει ή όχι στόχος τα στοιχεία της θέσεως του σημείου αφής των φωτιστικών, δεν μπορούν ασφαλώς να προσδιορισθούν με απ' ευθείας μέτρηση (π.χ. χρήση P/E) αλλά θα πρέπει να υπολογιστούν είτε σε σχέση με το βάλλον πλοίο είτε σε σχέση με την θέση τυχόν υπάρχοντος στόχου. Μετά τον προσδιορισμό των στοιχείων αυτών, η μαθηματική επίλυση του προβλήματος ΔΒ εξελίσσεται κανονικά.

Στην πράξη όμως είναι δυνατό η τακτική κατάσταση να απαιτεί την ικανοποίηση διαφόρων αναγκών φωτισμού, με αντίστοιχη επίδραση στην διαδικασία

βολής των φωτιστικών π.χ. φωτισμός συνεχής για μεγάλο χρονικό διάστημα, φωτισμό συνεχή μιας περιοχής μεγαλύτερης από αυτήν που καλύπτει ο φωτισμός ενός φωτιστικού, φωτισμός για οπτική έρευνα περιοχής κ.λ.π.

Δια τους ανωτέρω επίσης λόγους η βολή φωτιστικών αναπτύσσεται επίσης αναλυτικά στο 10ο κεφάλαιο αυτού του βιβλίου.

ΚΕΦ. 7

- 97
- ① Ποιες οι μέθοδοι βροπείδους και πυροδοσίδους 624
βολή επιφανεύας.
 - ② Ποια τα ωφείλματα 624 βολή επιφανεύας.
 - ③ Ποια τα βασικά μνημόδια πυρών.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

5-1: Ποιό το βασικό πρόβλημα της πυροβολικής και πως ονομάζεται αυτό;

5-2: Τι διαφορές παρουσιάζει το πρόβλημα βολής Α/Α όταν ο στόχος είναι Ε/Π σε σχέση με την περίπτωση που ο στόχος είναι ένα επερχόμενο Κ/Θ Βλήμα;

5-3: Αναφέρατε δύο περιπτώσεις που η μαθηματική επίλυση του προβλήματος βολής Βομβαρδισμού δεν είναι δυνατή;

5-4: Σε ένα σχεδιάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται το πλοίο μας και ένας στόχος Α/Α, προσδιορίσατε γραφικά τις σφαιρικές, κυλινδρικές και καρτεσιανές συντεταγμένες του στόχου.

5-5: Ονομάσατε τα στάδια υπολογισμού που ακολουθούνται κατά την επίλυση ενός προβλήματος ΔΒ.

5-6: Ποιών παραγόντων (επί μέρους ποσοτήτων) είναι συνάρτηση η διαταγή στροφής και υψώσεως ενός πυροβόλου ελεγχόμενου από ένα ΣΔΒ; 68L 89

5-8: Τι είναι παράλλαξη και μονάδα παραλλάξεως;

5-9: Σε ποιά περίπτωση ο χρόνος πτήσεως βλήματος είναι ίσος με τον χρόνο πυροσωλήνα;

5-10: Τι επί μέρους υπολογισμούς κατά κανόνα εκτελεί το τμήμα υπολογισμού παρούσας θέσεως στόχου ενός υπολογιστού ΣΔΒ;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

5-1: Υπολογίσατε την ζητούμενη γωνία και απεικονίσατε γραφικά το καθ' ένα από τα παρακάτω προβλήματα.

α.	$B = 060^\circ$	$Co = 030^\circ$	$By = ?$		
β.	$B = 090^\circ$	$Co = 000^\circ$	$By = ?$		
γ.	$B = 030^\circ$	$Co = 090^\circ$	$By = ?$		
δ.	$B = 060^\circ$	$B = 030^\circ$	$Co = ?$		
ε.	$B = 030^\circ$	$B = 000^\circ$	$Co = ?$		
στ.	$B = 000^\circ$	$B = 060^\circ$	$Co = ?$		
ζ.	$By = 060^\circ$	$C_t = 030^\circ$	$Bot = ?$		
η.	$By = 180^\circ$	$C_t = 270^\circ$	$Bot = ?$		
θ.	$By = 120^\circ$	$C_t = 135^\circ$	$Bot = ?$		
ι.	$By = 120^\circ$	$Bot = 030^\circ$	$C_t = ?$		
κ.	$By = 130^\circ$	$Bot = 120^\circ$	$C_t = ?$		
λ.	$By = 295^\circ$	$Bot = 035^\circ$	$C_t = ?$		
μ.	$B = 120^\circ$	$Co = 035^\circ$	$C_t = 240^\circ$	$By = ?$	$Bot = ?$
ν.	$By = 200^\circ$	$Co = 135^\circ$	$C_t = 260^\circ$	$B = ?$	$Bot = ?$
ξ.	$By = 120^\circ$	$Bwy = 060^\circ$	$Bws = ?$		
ο.	$By = 240^\circ$	$Bwy = 140^\circ$	$Bws = ?$		
π.	$By = 330^\circ$	$Bwy = 100^\circ$	$Bws = ?$		
ρ.	$By = 020^\circ$	$Bwy = 240^\circ$	$Bws = ?$		

5-2: Επιλύσατε τα παρακάτω προβλήματα εκτελώντας τους απαιτούμενους μαθηματικούς υπολογισμούς ή προγραμματίζοντας καταλλήλως ένα Η/Υ. Ομοίως απεικονίσατε γραφικά το καθ' ένα απ' αυτά τα προβλήματα:

α. Δίδονται: $B = 315^\circ$ $Bot = 340^\circ$ $By = 070^\circ$
 $DMho = 25 \text{ Knots}$ $DMht = 10 \text{ Knots}$
 Ζητούνται: C_t , $DMbo$, $DMbt$, $DMrho$, $DMrht$, $DMrh$, DMb .

β. Δίδονται: $B = 060^\circ$ $Bot = 120^\circ$ $By = 090^\circ$ $DMho = 30 \text{ Knots}$
 $DMht = 28 \text{ Knots}$
 Ζητούνται: $DMrho$, $DMrht$, $DMbo$, $DMbt$, $DMrht$, DMb .

- γ. Δίδονται: $B = 245^\circ$ $Bot = 315^\circ$ $Co = 045^\circ$
 $DMho = 20 \text{ Knots}$ $DMht = 15 \text{ Knots}$
 Ζητούνται: $DMrho$, $DMrht$, $DMbo$, $DMbt$, $DMrb$, DMb
- δ. Δίδονται: $Bot = 135^\circ$ $B = 035^\circ$ $By = 230^\circ$ $DMho = 18 \text{ Knots}$
 $DMht = 12 \text{ Knots}$
 Ζητούνται: C_t , $DMbo$, $DMbt$, $DMrho$, $DMrht$, $DMrh$, DMb .
- ε. Δίδονται: $Co = 090^\circ$ $B = 110^\circ$ $Bot = 040^\circ$ $DMho = 28 \text{ Knots}$
 $DMht = 25 \text{ Knots}$
 Ζητούνται: By , C_t , $DMbo$, $DMbt$, $DMrho$, $DMrht$, $DMrh$, DMb .
- στ. Δίδονται: $Bot = 255^\circ$ $By = 020^\circ$ $Co = 070^\circ$
 $DMht = 22 \text{ Knots}$ $DMho = 15 \text{ Knots}$
 Ζητούνται: C_t , B , $DMbo$, $DMbt$, $DMrho$, $DMrht$, $DMrh$, DMb .
- ζ. Δίδονται: $Bot = 005^\circ$ $B = 020^\circ$ $Co = 040^\circ$
 $DMht = 25 \text{ Knots}$ $DMho = 40 \text{ Knots}$
 Ζητούνται: C_t , By , $DMbo$, $DMbt$, $DMrho$, $DMrht$, $DMrh$, DMb .
- η. Δίδονται: $Co = 245^\circ$ $C_t = 200^\circ$ $By = 320^\circ$
 $DMho = 32 \text{ Knots}$ $DMht = 30 \text{ Knots}$
 Ζητούνται: B , Bot , $DMbo$, $DMbt$, $DMrho$, $DMrht$, $DMrh$, DMb .
- θ. Δίδονται: $DMrh = 150 \text{ Knots}$ $DMv = -100 \text{ Knots}$
 $E = 30^\circ$
 Ζητούνται: $DMrh$ ημ E , $DMrh$ συν E , DMv ημ E , DMv συν E ,
 DMe , DMr .
- ι. Δίδονται: $DMrh = 200 \text{ Knots}$ $DMv = 150 \text{ Knots}$
 $E = 45^\circ$
 Ζητούνται: $DMrh$ ημ E , $DMrh$ συν E , DMv ημ E , DMv συν E ,
 DMr , DMe .

κ. Δίδονται: $DMrh = -100 \text{ Knots}$ $DMv = -50 \text{ Knots}$
 $E = 40^\circ$

Ζητούνται: $DMrh$ ημ E , $DMrh$ συν E , DMv ημ E , DMv συν E ,
 DMr , DMe .

λ. Δίδονται: $B = 060^\circ$ $Bot = 120^\circ$ $DMho = 20 \text{ Knots}$
 $DMht = 30 \text{ Knots}$ $E = 45^\circ$ $DMv = 100 \text{ Knots}$

Ζητούνται: $DMrh$, DMb , DMr , DMv .

μ. Δίδονται: $Bws = 060^\circ$ $Wh = 20 \text{ Knots}$

Ζητούνται: Wbs , $Wrhs$.

ν. Δίδονται: $Bws = 125^\circ$ $Wh = 10 \text{ Knots}$

Ζητούνται: Wbs , $Wrhs$.

ξ. Δίδονται: $By = 115^\circ$ $Bwy = 090^\circ$ $Wh = 5 \text{ Knots}$

Ζητούνται: Wbs , $Wrhs$.

Νο. Χύναφε η πρόβλεψη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΙΝΑΚΕΣ ΒΟΛΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ

6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πίνακες Βολής (range tables) είναι τεύχη στα οποία αναφέρονται πινακοποιημένα τα στοιχεία βολής όπως αυτά προκύπτουν από την Θεωρητική μελέτη του Θέματος από την Εξωτερική Βλητική και επιβεβαιώνονται με πειραματικές βολές στα Βαλλιπέδια.

Οι παράγοντες ως γνωστό οι οποίοι επηρεάζουν την τροχιά ενός Βλήματος στην ατμόσφαιρα είναι πολυάριθμοι και έχουν σχέση με το χρησιμοποιούμενο πυροβόλο, το πυρομαχικό, τις ατμοσφαιρικές συνθήκες, την σχετική θέση και κίνηση του στόχου ως προς τη θέση του πυροβόλου καθώς επίσης και με την κίνηση της γης. Κατόπιν όλων αυτών είναι προφανές ότι κάθε ένας πίνακας βολής αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο τύπο πυροβόλου και βλήματος καθώς επίσης και σε σαφώς καθορισμένες τιμές όλων των παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό της τροχιάς του Βλήματος στην ατμόσφαιρα, συνοδευόμενος από τις απαραίτητες προϋποθέσεις, υπό τις οποίες ισχύουν τα παρεχόμενα στοιχεία βολής.

Στο κεφάλαιο αυτό στη συνέχεια περιγράφονται οι Αμερικανικοί και οι Ιταλικοί Πίνακες βολής ναυτικών πυροβόλων αντιστοιχούν προελεύσεως που υφίστανται στο Π.Ν.

Στην πράξη παρουσιάζονται περιπτώσεις κατά τις οποίες είναι κατά κανόνα απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν οι πίνακες Βολής είτε σε επί μέρους υπολογισμούς π.χ. προσδιορισμό στοιχείων που προτοποθετούνται στον υπολογιστή του ΣΔΒ, όπως I.V. (αρχική ταχύτητα) κ.λ.π. είτε στην διερεύνηση και επιλογή του καταλλήλου πυρομαχικού, θέσεως βολής κ.λ.π.

6.2. ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΒΟΛΗΣ

α. Γενικά

Οι πίνακες βολής του Αμερικανικού Ναυτικού φέρουν μία αρίθμηση ο κάθε ένας από την σειρά των εκδόσεων οπλισμού ORDNANCE PUBLICATION ή PAMPHLET (συντημένα OP) του αντίστοιχου γραφείου (BUREAU OF ORDNANCE PUBLICATION).

Κάθε ένα τεύχος πινάκων βολής αναφέρεται σε ένα συγκεκριμένο πυροβόλο και βλήμα. Τα στοιχεία αυτά μαζί με ορισμένα άλλα βασικά διευκρινιστικά στοιχεία παρατίθενται στον τίτλο κάθε τεύχους όπως π.χ.

OP 551 RANGE TABLE FOR 5-INCH 38 CALIBER GUN MARK 12 FIRING FCL (VT) PROJECTILE MARK 49 AND MODS (SURFACE TARGETS).

OP 551A RANGE TABLE FOR 5-INCH 38 CALIBER GUN MARK 12 FIRING FCL (VT) PROJECTILE MARK 49 AND MODS (AIR TARGETS)

OP 1285 RANGE TABLE FOR 5-INCH 38 CALIBER GUN - 1200 F.S. INITIAL VELOCITY A.A. COMMON PROJECTILE MARK 35

OP 1485 RANGE TABLE FOR 5-INCH 38 CALIBER GUN - 2600 F.S. INITIAL VELOCITY 53 LB. WP SMOKE PROJECTILE

OP 2170 RANGE TABLE FOR ILLUMINATING PROJECTILES 5-INCH 38 CALIBER GUN - 5 INCH ILLUMINATING PROJECTILE MARK 44 MODS Ø AND 1 FULL AND REDUCED GHARGES.

κ.λ.π.

Ειδικότερα τα διάφορα στοιχεία των Αμερικανικών πινάκων βολής παρέχονται συναρτήσει του Βεληνεκούς υπό τις ακόλουθες βασικές προϋποθέσεις.

- (1) Το Βλήμα εξέρχεται του στομίου του σωλήνα του πυροβόλου με την αναφερόμενη αρχική ταχύτητα.
- (2) Το Βλήμα και ο πυροσωλήνας έχουν το κανονικό τους βάρος και σχήμα.
- (3) Δεν πνέει άνεμος.
- (4) Το πυροβόλο είναι ακίνητο.
- (5) Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ υψώσεως πυροβόλου και γωνίας αναχωρήσεως λόγω "κραδασμού πυροβόλου" κατά τη βολή (gun jump).
- (6) Οι στροφαλιγγες του πυροβόλου βρίσκονται στο επίπεδο της θάλασσας
- (7) Η δασύτητα μεταβάλλεται συναρτήση του ύψους, σύμφωνα με τη σχέση

$$\rho = 0.07513 e^{-0.000031582 y}$$

όπου ρ σε lb/ft^3 και y υψόμετρο σε ft.

- (8) Η θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας είναι 59°F και ότι αυτή μεταβάλλεται συναρτήση του ύψους σύμφωνα με την σχέση:

$$T = 288 - 0.001982 y$$

όπου T η θερμοκρασία σε βαθμούς Kelvin και y το υψόμετρο σε ft.

- (9) Η σχετική υγρασία είναι 78% στην επιφάνεια της θάλασσας.
- (10) Η ταχύτητα του ήχου στην επιφάνεια της θάλασσας είναι 1.120 ft/sec.
- (11) Η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει τιμή $g = 32,174 \text{ ft/sec}^2$.

β. Περιγραφή Αμερικανικών πινάκων βολής επιφανείας

Το κύριο μέρος των Αμερικανικών πινάκων βολής επιφανείας είναι ομοιόμορφα συντεταγμένο κατά στήλες οι οποίες παρέχουν τα διάφορα στοιχεία όπως αυτά φαίνονται στον ενδεικτικό πίνακα 6.2-1 (ο οποίος έχει ληφθεί από OP 551) και αναλύονται στην συνέχεια.

(1). Στήλη 1

Στην στήλη αυτή αναφέρεται το Βεληνεκές σε yds ανά 100 yds μεταβολή μέχρι του μεγίστου βεληνεκούς του πυροβόλου.

(2). Στήλη 2, 2A

Στις στήλες αυτές αναφέρεται αντίστοιχα σε μοίρες και πρώτα, η γωνία αναχωρήσεως. Δηλαδή η ύψωση την οποία πρέπει να έχει το πυροβόλο από το οριζόντιο επίπεδο για να επιτευχθεί το αντιστοιχούν Βεληνεκές της στήλης 1.

(3). Στήλη 3

Στην στήλη αυτή αναφέρεται η αντιστοιχούσα γωνία πτώσεως σε μοίρες και πρώτα.

(4). Στήλη 4

Στην στήλη αυτή αναφέρεται ο χρόνος πτήσεως του Βλήματος σε δευτερόλεπτα.

(5). Στήλη 5

Στην στήλη αυτή αναφέρεται η ταχύτητα πτώσεως του βλήματος, π.χ. από τον πίνακα 6.2-1 διαπιστώνουμε ότι στην συγκεκριμένη αυτή περίπτωση του πίνακα στις 7.000 yds βεληνεκές το βλήμα θα προσκρούσει στο οριζόντιο επίπεδο με την πτώση του με αρχική ταχύτητα 1098 ft/sec έναντι αρχικής ταχύτητος $IV = 2.500$ ft/sec.

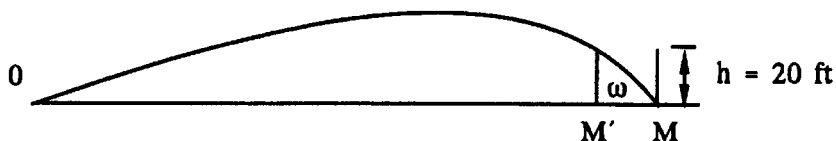
(6). Στήλη 6

Στην στήλη αυτή αναφέρεται η προς τα δεξιά εκτροπή του Βλήματος λόγω του φαινομένου της φυσικής εκτροπής π.χ. στο παράδειγμα του πίνακος 6.2-1 για 7.000 yds αντιστοιχεί φυσική εκτροπή 13,4 yds η οποία όπως προαναφέρεται είναι πάντα προς τα δεξιά του επιπέδου βολής. Επειδή όλα τα βλήματα του Ναυτικού Πυροβολικού είναι δεξιόστροφα.

(7). Στήλη 7

Στην στήλη αυτή αναφέρεται η "επικίνδυνη ζώνη" σε yds για στόχο

ύψους 20 ft. Είναι δε η επικίνδυνη ζώνη ενός στόχου γενικά το εύρος κατά Βεληνεκές (προς την κατεύθυνση του βάλλοντος πυροβόλου) εντός του οποίου όπου και να βρεθεί ο στόχος θα βληθεί υπό της υπ' όψη τροχιάς λόγω του ύψους του, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.2-1.



Σχήμα 6.2-1: Επικίνδυνη ζώνη στόχου (MM')

Είναι προφανές ότι όσο ψηλότερος είναι ο στόχος τόσο μεγαλύτερη είναι η επικίνδυνη ζώνη που αντιστοιχεί σ' αυτόν.

Για ύψος στόχου διαφορετικό από 20 ft εφαρμόζεται απλή μέθοδος των τριών θεωρουμένου ότι ύψος στόχου και επικίνδυνη ζώνη αυτού μεταβάλλονται ανάλογα π.χ. αν στις 7.000 yds Βεληνεκές από τους πίνακες βολής 6.2-1 προκύπτει ότι αντιστοιχεί επικίνδυνη ζώνη 39 yds για στόχο ύψους 20 ft, τότε για στόχο ύψους 15 ft αντιστοιχεί επικίνδυνη ζώνη 29,25 ft, για στόχο ύψους 100 ft αντιστοιχεί επικίνδυνη ζώνη 195 ft κ.ο.κ.

(8). Στήλη 8

Η στήλη αυτή παρέχει το "βέλος" της τροχιάς σε ft.

(9) Στήλη 9

Η στήλη αυτή είναι αριθμημένη και πάλι ως στήλη 1 επαναλαμβάνοντας τις τιμές του βεληνεκού της αντίστοιχης στήλης της προηγούμενης σελίδας των πινάκων Βολής, ως στοιχείο εισόδου και για την δεύτερη σελίδα του πίνακος.

(10) Στήλη 10

Η στήλη αυτή δίδει την αύξηση που προκαλεί στο Βεληνεκές σε yds μία θετική μεταβολή της αρχικής ταχύτητας κατά 10 ft/sec. Σε περίπτωση που αντί αυ-

ξήσεως της αρχικής ταχύτητας δίδεται ελάττωση αυτής, τότε θα επακολουθήσει αντίστοιχη ελάττωση του βεληνεκούς κ.ο.κ.

Για παράδειγμα, για αύξηση της αρχικής ταχύτητας κατά 10 ft/sec από τους πίνακες 6.2-1 προκύπτει ότι στις 7.000 yds βεληνεκούς τούτο θα αυξηθεί κατά 39 yds ή για αύξηση της αρχικής ταχύτητας κατά 30 ft/sec η αντίστοιχη αύξηση στο Βεληνεκές είναι 117 yds κ.ο.κ.

Στην αντίθετη περίπτωση που η αρχική ταχύτητα μειώνεται κατά 10 ft/sec το Βεληνεκές θα μειωθεί κατά 39 yds κ.λ.π.

(11). Στήλη 11

Στην στήλη 11 των πινάκων παρέχεται η αύξηση (+) η ελάττωση (-) του Βεληνεκούς σε yds για ελάττωση του Βάρους του Βλήματος κατά 1 lb.

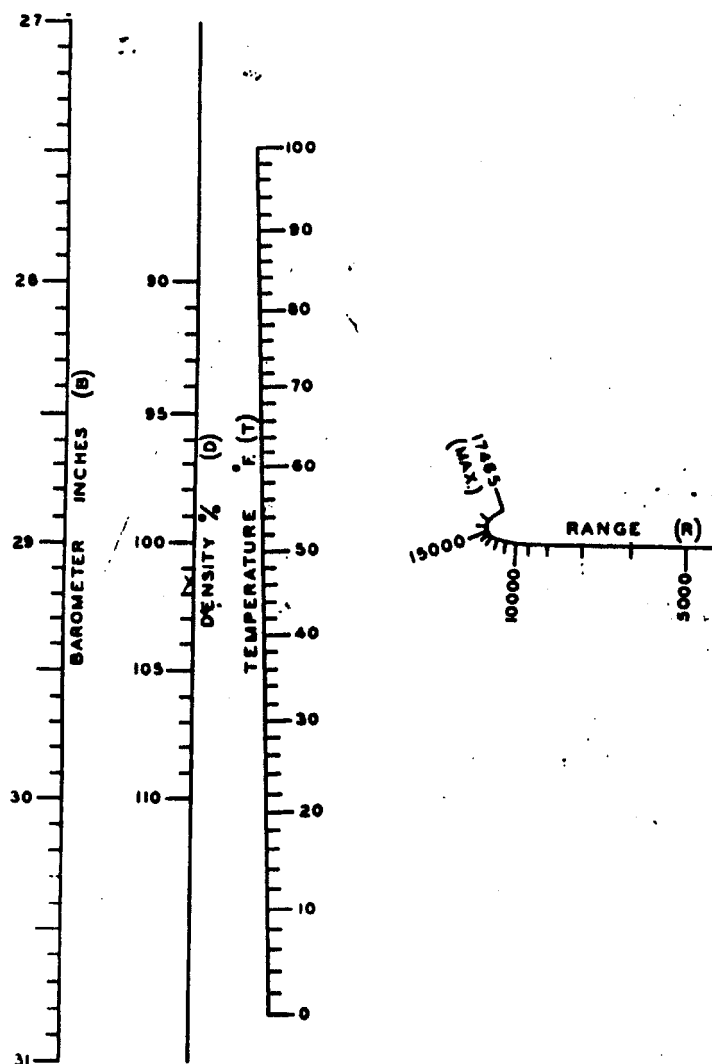
Αναλυτικά το Βάρος του Βλήματος επηρεάζει τόσο την αντίσταση του αέρα κατά την κίνηση του Βλήματος στην ατμόσφαιρα όσο και την αρχική του ταχύτητα. Συγκεκριμένα Βαρύτερο Βλήμα συνεπάγεται από την εσωτερική Βλητική μικρότερη αρχική ταχύτητα Βλήματος και επίσης από την εξωτερική Βλητική μικρότερη αντίσταση αέρος.

Εάν διερευνηθούν θεωρητικά οι εν λόγω δύο επιρροές του Βάρους του Βλήματος προκύπτει ότι στα μεγάλα γενικά βεληνεκά υπερισχύει η επίδραση του βάρους του Βλήματος στην αντίσταση του αέρα και επομένως ελαττωμένου του βάρους του Βλήματος ελαττώνεται το Βεληνεκές ενώ αντίθετα στα μικρά βεληνεκά υπερισχύει η επίδραση του Βάρους του Βλήματος στην αρχική ταχύτητα και επομένως ελαττωμένου του Βάρους του Βλήματος το βεληνεκές αυξάνει.

Το διαχωριστικό σημείο από το οποίο το βεληνεκές υπό την επίδραση της ελαττώσεως του βάρους του Βλήματος από την κανονική του τιμή σταματάει να αυξάνει και αρχίζει στη συνέχεια να ελαττώνεται είναι βασικά συνάρτηση του τύπου του πυροβόλου. Στους πίνακες π.χ. 6.2-1 παρατηρείται το σημείο αυτό για το πυροβόλο 5"/38 στις 6.800 yds.

Πίνακας 6.2-1:

Απόσπασμα Αμερικανικών πινάκων βολής επιφανείας



CHANGE IN RANGE FOR VARIATION IN DENSITY OF
FIGURE 2

-1000-

5-IN. 38-CAL. GUN I.V. 2500 F.S. 55.18 - POUND PROJECTILES

RANGE	ANGLE OF ELEVATION			CHANGE IN ANGLE OF ELEVATION FOR 100 YDS IN RANGE	ANGLE OF FALL		TIME OF FLIGHT	STRIKING VELOCITY	DRIFT	DANGER SPACE FOR A TARGET 20 FT. HIGH	MAXIMUM ORDINATE
	1 YARDS	2 DEG. MIN.	2A MINUTES	2A MINUTES	3 DEG. MIN.	4 SECONDS	5 FT./SEC.	6 YARDS	7 YARDS	8 FEET	
4500	2	49.0	169.0	5.3	3	58	6.98	1494	3.6	99	196
4600	2	54.3	174.3	5.5	4	8	7.18	1475	3.8	95	207
4700	2	59.8	179.8	5.5	4	18	7.39	1455	4.1	91	219
4800	3	5.3	185.3	5.7	4	28	7.59	1436	4.3	88	232
4900	3	11.0	191.0	5.8	4	39	7.81	1417	4.6	84	245
5000	3	16.8	196.8	5.8	4	50	8.02	1398	4.8	81	259
5100	3	22.6	202.6	6.0	5	1	8.24	1380	5.1	78	273
5200	3	28.6	208.6	6.1	5	13	8.46	1362	5.4	75	288
5300	3	34.7	214.7	6.2	5	25	8.68	1344	5.7	72	303
5400	3	40.9	220.9	6.3	5	37	8.91	1326	6.0	69	319
5500	3	47.2	227.2	6.5	5	50	9.13	1309	6.3	66	336
5600	3	53.7	233.7	6.6	6	3	9.37	1291	6.7	64	353
5700	4	0.3	240.3	6.7	6	17	9.60	1275	7.0	62	371
5800	4	7.0	247.0	6.8	6	31	9.84	1258	7.4	59	390
5900	4	13.8	253.8	7.0	6	45	10.08	1242	7.8	57	410
6000	4	20.8	260.8	7.1	7	0	10.33	1226	8.2	55	430
6100	4	27.9	267.9	7.3	7	16	10.58	1211	8.6	53	451
6200	4	35.2	275.2	7.3	7	31	10.83	1196	9.1	51	473
6300	4	42.5	282.5	7.6	7	47	11.08	1182	9.5	49	495
6400	4	50.1	290.1	7.7	8	4	11.34	1167	10.0	48	519
6500	4	57.8	297.8	7.8	8	21	11.60	1154	10.5	46	544
6600	5	5.6	305.6	8.0	8	38	11.87	1141	11.0	44	569
6700	5	13.6	313.6	8.1	8	56	12.13	1129	11.6	43	595
6800	5	21.7	321.7	8.3	9	14	12.40	1117	12.2	41	623
6900	5	30.0	330.0	8.5	9	33	12.68	1106	12.8	40	651
7000	5	38.5	338.5	8.6	9	52	12.95	1098	13.4	39	680
7100	5	47.1	347.1	8.8	10	11	13.23	1090	14.0	37	711
7200	5	55.9	355.9	8.9	10	30	13.51	1083	14.7	36	742
7300	6	4.8	364.8	9.1	10	50	13.80	1077	15.4	35	775
7400	6	13.9	373.9	9.2	11	10	14.08	1071	16.1	34	808
7500	6	23.1	383.1	9.4	11	30	14.37	1065	16.9	33	843
7600	6	32.5	392.5	9.6	11	50	14.66	1060	17.6	32	879
7700	6	42.1	402.1	9.6	12	10	14.95	1054	18.4	31	916
7800	6	51.7	411.7	9.9	12	31	15.24	1049	19.3	30	954
7900	7	1.6	421.6	10.0	12	51	15.53	1044	20.1	29	993

5-IN. 38-CAL. GUN I.V. 2500 F.S. 55.18 - POUND PROJECTILES

RANGE	10 F.S. INCREASE IN INITIAL VELOCITY	1 L.B. DECREASE IN PROJECTILE WHIGHT	10 PCT. DECREASE IN AIR DENSITY	10 DEG. F. DECREASE IN AIR TEMPERA- TURE	10 KNOT MOTION IN PLANE OF FIRE			DEFLECTION FOR 10 KNOT MOTION PERPENDICULAR TO PLANE OF FIRE			GHANGE IN HEITH OF IMPACT FOR 100 YARDS GHANGE IN RANGE
	10 YARDS	11 YARDS	12 YARDS	12A YARDS	WIND 13 YARDS	GUN 14 YARDS	TARGET 15 YARDS	WIND 16 YARDS	GUN 17 YARDS.	TARGET 18 YARDS	19 FEET
4500	29	15	131	8	12	27	39	8.9	30.4	39.3	21
4600	29	15	137	8	13	28	40	9.3	31.1	40.3	22
4700	30	15	143	9	13	28	42	9.8	31.8	41.6	23
4800	30	14	149	9	14	29	43	10.3	32.5	42.8	23
4900	31	14	155	9	15	29	44	10.8	33.2	43.9	24
5000	31	13	161	10	15	30	45	11.3	33.8	45.2	25
5100	32	13	168	10	16	30	46	11.9	34.5	46.4	26
5200	32	12	174	10	17	31	48	12.4	35.2	47.6	27
5300	32	11	181	11	18	31	49	13.0	35.9	48.9	28
5400	33	11	188	11	18	32	50	13.6	36.6	50.1	30
5500	33	10	194	12	19	32	51	14.2	37.2	51.4	31
5600	34	9	201	12	20	33	53	14.8	37.9	52.7	32
5700	34	9	208	12	21	33	54	15.5	38.6	54.1	33
5800	35	8	215	13	22	34	55	16.1	39.3	55.4	34
5900	35	7	223	13	23	34	57	16.8	40.0	56.8	36
6000	35	6	230	13	24	35	58	17.5	40.7	58.1	37
6100	36	6	237	14	25	35	60	18.2	41.3	59.5	38
6200	36	5	244	14	26	35	61	18.9	42.0	61.0	40
6300	36	4	252	15	27	36	62	19.7	42.7	62.4	41
6400	37	3	259	15	28	36	64	20.4	43.4	63.8	43
6500	37	2	267	15	29	37	65	21.2	44.1	65.3	44
6600	38	1	274	16	30	37	67	22.0	44.8	66.8	46
6700	38	0	282	16	31	37	68	22.9	45.5	68.3	47
6800	38	0	289	16	32	38	70	23.7	46.1	69.8	49
6900	39	-1	297	16	33	38	71	24.5	46.8	71.4	50
7000	39	-2	304	17	34	39	73	25.4	47.5	72.9	52
7100	39	-3	312	17	36	39	74	26.3	48.2	74.5	54
7200	40	-4	319	17	37	39	76	27.2	48.9	76.1	56
7300	40	-5	326	17	38	40	78	28.1	49.6	77.7	57
7400	40	-6	333	17	39	40	79	29.0	50.3	79.3	59
7500	40	-7	340	17	41	40	81	29.9	51.0	80.9	61
7600	41	-8	347	17	42	40	83	30.8	51.7	82.5	63
7700	41	-8	354	17	44	41	84	31.8	52.4	84.1	65
7800	41	-9	361	17	45	41	86	32.7	53.1	85.8	67
7900	42	-10	367	17	46	41	87	33.7	53.8	87.4	68

Η χρησιμότητα της στήλης αυτής των πινάκων για πρακτικές εφαρμογές περιορίζεται προφανώς για τη σπάνια περίπτωση που δεν διατίθεται σ' ένα πλοίο ο πίνακας που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο τύπο βλήματος και είναι επιθυμητό να διερευνηθεί ένα πρόβλημα πυροβολικής δια χρήσεως πινάκων άλλου βλήματος κατά το δυνατόν πλησιέστερου βάρους. Για διαφορές βαρών μικροτέρων ή μεγαλύτερων της 1 lb, η επίδραση στο βεληνεκές υπολογίζεται αναλογικά.

(12) Στήλη 12 και 12A

Η στήλη 12 των πινάκων βολής παρέχει την επίδραση που έχει στο βεληνεκές η ελάτωση κατά 10% της δασύτητας του αέρα.

Από την εσωτερική Βλητική είναι γνωστό ότι αυξανόμενης της δασύτητας ελατούται το βεληνεκές και αντιστρόφως. Επομένως οι παρεχόμενες από την στήλη 12 των πινάκων βολής τιμές θα αντιπροσωπεύουν αύξηση βεληνεκούς.

Το στοιχείο αυτό των πινάκων είναι πολύ σημαντικό για πρακτικές εφαρμογές και λόγω του μεγέθους της επιδράσεως αυτής αλλά και λόγω της δυνατότητας αμέσους αντιλήψεως για την εκάστοτε μεταβολή της δασύτητας μέσω της θερμοκρασίας και της πίεσεως της ατμόσφαιρας. Αντί όμως να υπολογίζεται από την θερμοκρασία και πίεση η δασύτητα και στη συνέχεια να συγκρίνεται αυτή με την κανονική της τιμή των πινάκων βολής για να προσδιορίζεται η διαφορά αυτών και να γίνεται ο υπολογισμός της επιδράσεως στο βεληνεκές δια της χρήσεως αυτής της στήλης, υπάρχει απλούστερη διαδικασία η οποία και κατά κανόνα χρησιμοποιείται. Κατ' αυτήν με στοιχείο εισόδου την θερμοκρασία, πίεση και απόσταση στόχου, δίδεται απ' ευθείας η επίδραση της δασύτητας στο βεληνεκές από το "νομόγραμμα" στην αρχή του πίνακα 6.2-1 σύμφωνα με το παράδειγμα που ακολουθεί. Το νομόγραμμα αυτό υπάρχει στην αρχή επίσης των πινάκων βολής στο αντίστοιχο τεύχος.

Παράδειγμα

Δίδεται βαρομετρική πίεση 29,1 in Hg, θερμοκρασία 80°F και απόσταση στόχου 8.000 yds. Να υπολογιστεί η μεταβολή στο βεληνεκές λόγω μεταβολής δασύτητας σε σχέση με την κανονική της τιμή.

Στο νομόγραμμα του πίνακα 6.2-1 άγεται η ευθεία που ενώνει τα σημεία των κλιμάκων θερμοκρασίας και βαρομετρικής πίεσεως που αντιστοιχούν στα δεδομένα του παραδείγματος. Η ευθεία αυτή τέμνει την μεταξύ των προαναφερθεισών κλιμάκων βοηθητική ευθεία D (η κλίμακα δασύτητας - density) σε κάποιο σημείο. Από το σημείο αυτό άγεται δεύτερη ευθεία η οποία διέρχεται από το σημείο της καμπύλης βεληνεκούς που αντιστοιχεί στην δοθείσα απόσταση στόχου. Η προέκταση της ευθείας αυτής τέμνει την δεξιότερη κλίμακα του νομογράμματος σε σημείο το οποίο δίδει απ' ευθείας την επίδραση στο βεληνεκές λόγω της υφιστάμενης δασύτητας όπως αυτή προσδιορίζεται από τις δοθείσες τιμές θερμοκρασίας και πίεσεως. Στην περίπτωση του παραδείγματος προκύπτει ότι θα υπάρξει αύξηση του βεληνεκούς κατά 220 yds.

Στην περίπτωση που υπάρχει στήλη 12A, τότε αυτή παρέχει την μεταβολή του βεληνεκούς που οφείλεται αποκλειστικά στην μεταβολή της ελαστικότητας του αέρα λόγω αντιστοίχου ελατώσεως της θερμοκρασίας του κατά 10° F. Διευκρινίζεται ότι η επίδραση αυτή της θερμοκρασίας είναι ανεξάρτητη από την επίδραση αυτής στο βεληνεκές λόγω μεταβολής της δασύτητας του αέρα που προαναφέρθηκε.

(13). Στήλη 13

Η στήλη αυτή παρέχει την μεταβολή στο βεληνεκές λόγω επιδράσεως ανέμου ταχύτητας 10 kn και έχοντος διεύθυνση κατά την έννοια του επιπέδου βολής. Το σημείο (+) ή (-) των παρεχομένων από την στήλη αυτή τιμών δεν δίδεται αλλά προσδιορίζεται δι' εκτιμήσεως της επιδράσεως του ανέμου ανάλογα αν αυτός πνέει προς την κατεύθυνση του στόχου ή του βάλλοντος πλοίου. Εάν κατά την χρήση της στήλης αυτής η ταχύτητα (ή συνιστώσα ταχύτητας) του ανέμου κατά την έννοια του επιπέδου βολής είναι διάφορη των 10 kn, η αντίστοιχη μεταβολή στο βεληνεκές υπολογίζεται με απλή αναλογική μέθοδο, π.χ. αν η συνιστώσα ανέμου κατά την έννοια του επιπέδου βολής είναι 25 kn προς την κατεύθυνση του βάλλοντος πλοίου και η απόσταση του στόχου είναι 7.000 yds, τότε η επίδραση της ως άνω συνιστώσας του ανέμου υπολογίζεται ότι είναι

$$-(34 \times 25) / 10 = -85 \text{ yds}$$

όπως αυτό προκύπτει από τον πίνακα 6.2-1 κ.ο.κ.

(14). Στήλη 14

Ως ανωτέρω προαναφέρθηκε για την στήλη 13 με τη διαφορά ότι πρόκειται για συνιστώσα κινήσεως βάλλοντος πλοίου.

(15). Στήλη 15

Ως ανωτέρω προαναφέρθηκε για την στήλη 13 με τη διαφορά ότι πρόκειται για συνιστώσα κινήσεως στόχου.

(16). Στήλη 16

Η στήλη αυτή των πινάκων βολής παρέχει την μεταβολή σε yds κατά την έννοια της πλευρικής παρεκτροπής, δηλαδή καθέτως προς το επίπεδο βολής που έχει συνιστώσα ανέμου 10 kn καθέτου προς το επίπεδο βολής. Το σημείο δεξιά-αριστερά της εν λόγω μεταβολής δεν αναγράφεται στην εν λόγω στήλη αλλά προσδιορίζεται σχετικά εύκολα βάσει του αντίστοιχου σημείου της συνιστώσας του ανέμου. Δηλαδή άνεμος από αριστερά προς τα δεξιά του επιπέδου βολής εκτρέπει δεξιά του επιπέδου βολής το βλήμα και αντιστρόφως. Εάν κατά την χρήση της στήλης αυτής η συνιστώσα του ανέμου είναι διάφορος των 10 Kn, η αντίστοιχη πλευρική παρεκτροπή υπολογίζεται δι' εφαρμογής απλής αναλογικής μεθόδου π.χ. με χρήση του πίνακος 6.2-1 και για βεληνεκές 4.500 yds και συνιστώσα ανέμου 5 Kn από αριστερά προς τα δεξιά του επιπέδου βολής η πλευρική εκτροπή του βλήματος από την στήλη 16 υπολογίζεται δεξιά 4,45 yds.

(17). Στήλη 17

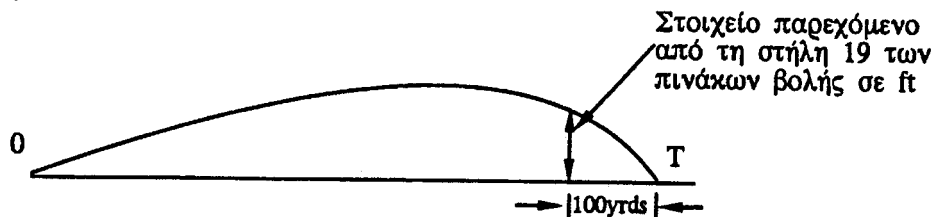
Ως ανωτέρω αναφέρθηκε για την στήλη 16, με τη διαφορά ότι πρόκειται για συνιστώσα κινήσεως βάλλοντος πλοίου.

(18). Στήλη 18

Ως ανωτέρω αναφέρθηκε για την στήλη 16, με τη διαφορά ότι πρόκειται για συνιστώσα κινήσεως στόχου.

(19). Στήλη 19

Η στήλη αυτή δίδει την απόσταση σε πόδια του σημείου της τροχιάς το οποίο βρίσκεται 100 yds εγγύτερα του βάλλοντος πλοίου όπως φαίνεται στο σχήμα 6.2-2.



Σχήμα 6.2-2: Παρεχόμενο στοιχείο από στήλη 19 των πινάκων Βολής

γ. Περιγραφή Αμερικανικών πινάκων Βολής A/A

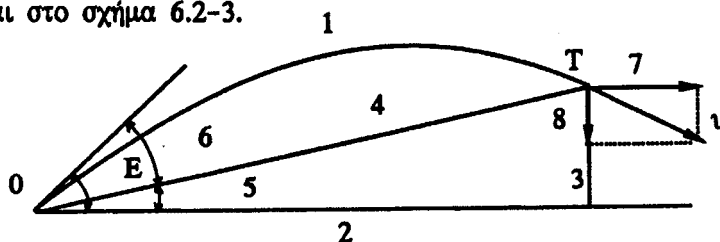
Οι πίνακες αυτοί παρέχουν στοιχεία σχετικά με την βολή A/A. Το βασικό στοιχείο εισόδου σε κάθε ένα συγκεκριμένο τεύχος αυτών των πινάκων είναι η κλίση της σκοπευτικής γραμμής με βήματα των 5° . Σε κάθε μία τιμή κλίσεως της σκοπευτικής γραμμής δίδονται σε 8 στήλες τα αντιστοιχούντα στην κλίση αυτή στοιχεία που περιγράφονται αναλυτικά στην συνέχεια.

(1). Στήλη 1

Η στήλη αυτή παρέχει τον χρόνο πτήσεως του βλήματος σε sec.

(2). Στήλη 2

Στη στήλη αυτή αναφέρεται η αντιστοιχούσα οριζόντια απόσταση σε yds όπως φαίνεται στο σχήμα 6.2-3.



Σχήμα 6.2-3: Παρεχόμενα στοιχεία Βολής A/A κατ' αντιστοιχία των στηλών του πίνακα

(3). Στήλη 3

Στη στήλη αυτή αναφέρεται η αντιστοιχούσα τιμή ύψους σε yds από το οριζόντιο επίπεδο, π.χ. εκ των πινάκων 6.2-2 και για κλίση σκοπευτικής γραμμής 10° και χρόνο πτήσεως 12 sec, το ύψος του αντίστοιχου σημείου της τροχιάς δίδεται 563 yds.

(4). Στήλη 4

Η στήλη αυτή παρέχει την αντιστοιχούσα κεκλιμένη απόσταση σε yds.

(5). Στήλη 5

Η στήλη αυτή παρέχει την γωνία θέσεως του αντίστοιχου σημείου της τροχιάς. Για το προηγούμενο παράδειγμα η παρεχομένη αντίστοιχη τιμή της στήλης 5 του πίνακος είναι $4,86^\circ$ ή $4^\circ 51'$.

(6). Στήλη 6

Στη στήλη αυτή δίδεται σε μοίρες και δέκατα αυτών η γωνία κλισιοσκοπίων. Είναι προφανές ότι το άθροισμα των τιμών των στηλών 5 και 6 ισούται με την αντίστοιχη γωνία υψώσεως.

(7). Στήλη 7

Σε κάθε σημείο της τροχιάς ως γνωστό υπάρχει κάποια μένουσα ταχύτητα του βλήματος η οριζόντια συνιστώσα της οποίας παρέχεται στη στήλη αυτή σε ft/sec.

(8). Στήλη 8

Στη στήλη αυτή αναφέρεται επίσης σε ft/sec η κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας του βλήματος.

Πίνακας 6.2-2:

Απόσπασμα Αμερικανικών Πινάκων Βολής Α/Α

5 INCH 38 CALIBER GUN

I.V. 2500 F.S.

TIME OF FLIGHT	ORIZONTAL RANGE	ALTITUDE	SLANT RANGE	POSITION ANGLE	SIGHT ANGLE	HORIZONTAL VELOCITY	VERTICAL VELOCITY
1	2	3	4	5	6	7	8
SECONDS	YARDS	YARDS	YARDS	DEGREES	DEGREES	F.S.	F.S.
5 DEG. ANGLE OF ELEVATION							
0	0	0	0	5.00	0.00	2490	218
2	1534	114	1539	4.25	0.75	2127	127
4	2851	172	2856	3.45	1.55	1834	49
6	3992	182	3996	2.61	2.39	1595	-17
8	4987	151	4990	1.73	3.27	1399	-75
10	5865	83	5866	0.81	4.19	1241	-128
11.68	6529	0	6529	0.00	5.00	1138	-169
12	6651	-19	6651	-0.16	5.16	1121	-176
10 DEG. ANGLE OF ELEVATION							
0	0	0	0	10.00	0.00	2462	434
2	1518	247	1538	9.25	0.75	2105	312
4	2822	420	2854	8.46	1.54	1820	210
6	3956	530	3992	7.63	2.37	1590	123
8	4951	586	4986	6.75	3.25	1401	48
10	5833	596	5863	5.83	4.17	1250	-18
12	6625	563	6649	4.86	5.14	1133	-78
14	7354	492	7370	3.83	6.17	1061	-135
16	8045	383	8054	2.73	7.27	1015	-193
18	8709	236	8712	1.55	8.45	976	-248
20	9347	53	9347	0.32	9.68	939	-302
20.51	9506	0	9506	0.00	10.00	930	-315
22	9961	-166	9963	-0.95	10.95	904	-354

5 INCH 38 CALIBER GUN

I.V. 2500 F.S.

TIME OF FLIGHT	ORIZONTAL RANGE	ALTITUDE	SLANT RANGE	POSITION ANGLE	SIGHT ANGLE	HORIZONTAL VELOCITY	VERTICAL VELOCITY
1	2	3	4	5	6	7	8
SECONDS	YARDS	YARDS	YARDS	DEGREES	DEGREES	F.S.	F.S.
15 DEG. ANGLE OF ELEVATION							
0	0	0	0	15.00	0.00	2415	647
2	1489	379	1536	14.27	0.73	2067	494
4	2772	665	2851	13.49	1.51	1792	369
6	3891	874	3988	12.67	2.33	1572	263
8	4876	1019	4982	11.80	3.20	1392	172
10	5754	1107	5860	10.89	4.11	1248	93
12	6547	1145	6647	9.92	5.08	1136	24
14	7278	1139	7366	8.90	6.10	1065	-40
16	7973	1092	8047	7.80	7.20	1022	-102
18	8641	1004	8700	6.63	8.37	985	-161
20	9286	877	9328	5.40	9.60	951	-219
22	9909	712	9935	4.11	10.89	919	-275
24	10512	511	10524	2.78	12.22	888	-329
26	11093	275	11097	1.42	13.58	858	-381
28	11655	4	11655	0.02	14.98	828	-431
28.03	11663	0	11663	0.00	15.00	828	-432
30	12198	-300	12202	-1.41	16.41	799	-479

δ. Διάφοροι άλλοι Αμερικάνικοι πίνακες Βολής

Προηγουμένως περιεγράφησαν οι Αμερικανικοί πίνακες βολής πυροβόλου 5"/38 για βολή επιφανείας και Α/Α. Τα αντίστοιχα δε τεύχη των πινάκων αυτών περιέχουν και πλήθος άλλα πινακοποιημένα στοιχεία πολύ χρήσιμα γενικά στην Πυροβολική.

Κατ' αντιστοιχία προς τους ανωτέρω πίνακες είναι και οι πίνακες άλλων πυροβόλων Αμερικανικής προελεύσεως όπως π.χ. 9"/54, 3"/50 κλπ. Πέρα όμως από τους πίνακες αυτούς υπάρχουν και τεύχη με ειδικούς πίνακες οι οποίοι κατά κανόνα έχουν σχέση με ειδικά βλήματα ή ειδικές προωθητικές γομώσεις.

Μερικά αποσπάσματα των πινάκων αυτών παρέχονται στην συνέχεια στον πίνακα 6.2-3, 4 και 5.

ε. Εφαρμογές των πινάκων Βολής - Υπολογισμός I.V.

Μία βασική εφαρμογή των πινάκων βολής στην Πυροβολική είναι ο υπολογισμός της αρχικής ταχύτητας I.V. Ο υπολογισμός αυτός για λόγους ετοιμότητας πυροβολικού θα πρέπει να γίνεται καθημερινά εν πλώ περί την 0800 και τα προκύπτοντα στοιχεία να τοποθετούνται στον υπολογιστή του Σ.Δ.Β. Ο υπολογισμός αυτός στην συγκεκριμένη περίπτωση γίνεται με Βεληνεκές ίσο με το δραστικό Βεληνεκές των πυροβόλων και πρέπει να επαναλαμβάνεται σε κάθε περίπτωση δραστικής αλλαγής των ατμοσφαιρικών συνθηκών. Ο υπολογισμός αυτός επίσης εκτελείται συμπληρωματικά και στα πλαίσια εκπαιδευτικών πυρών λίγο προ της εκτελέσεώς των και τα προκύπτοντα με τα δεδομένα από τη σχεδίαση της σχετικής ασκήσεως στοιχεία χρησιμοποιούνται για την προετοιμασία του ΣΔΒ για τα πυρά.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι από την άποψη αυτή τα ΣΔΒ πυροβολικού διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες. Αυτά στα οποία απαιτείται πλήρης υπολογισμός και τοποθέτηση τιμής αρχικής ταχύτητας, ΣΔΒ στα οποία τοποθετούνται στον υπολογιστή τους οι παράμετροι υπολογισμού I.V. και ο σχετικός υπολογισμός γίνεται αυτόματα και τέλος ΣΔΒ τα οποία υπολογίζουν απ' ευθείας κατά την διάρκεια των πρώτων βολών την I.V. μέσω συστήματος πηνίων στην έξοδο του βλήματος από τον σωλήνα του πυροβόλου (π.χ. πυρ ΟΕ 35 mm).

Πίνακας 6.2-3:

Απόσπασμα Πινάκων βολής "AA COMON PROJECTILE MK 35"

I.V. 1.200 F.S.

5-INCH 38-CALIBER GUN

Range	Angle of elevation		Increase in angle of elevation for 100 yards increase in range		Angle of fall		Time of flight	Striding velocity	Drift	Danger space for a target 20 feet high	Maximum ordinate
1	2	2a	2b	3	4	5	6	7	8		
Yards	°	Minutes	Minutes	°	Seconds	F.S.	Yards	Yards	Feet		
1.000	2	5.4	125.4	13.7	2 15	2.66	1.072	8	222	28	
1.100	2	19.1	139.1	13.9	2 31	2.94	1.064	1.0	186	.....	
1.200	2	33.0	153.0	14.0	2 47	3.22	1.056	1.2	160	.....	
1.300	2	47.0	167.0	14.2	3 03	3.51	1.048	1.4	141	.....	
1.400	3	01.2	181.2	14.3	3 19	3.81	1.041	1.7	127	.....	
1.500	3	15.5	195.5	14.5	3 36	4.10	1.034	1.9	115	68	
1.600	3	30.0	210.0	14.8	3 53	4.39	1.026	2.2	105	.....	
1.700	3	44.8	224.8	14.9	4 10	4.68	1.018	2.5	97	.....	
1.800	3	59.7	239.7	15.0	4 28	4.98	1.011	2.8	90	.....	
1.900	4	14.7	254.7	15.2	4 46	5.28	1.004	3.2	84	.....	
2.000	4	29.9	269.9	15.4	5 04	5.58	998	3.6	78	127	
2.100	4	45.3	285.3	15.6	5 22	5.88	991	4.0	73	.....	
2.200	5	00.9	300.9	15.7	5 41	6.19	984	4.4	69	.....	
2.300	5	16.6	316.6	15.9	6 01	6.50	978	4.8	65	.....	
2.400	5	32.5	332.5	16.1	6 20	6.81	972	5.3	61	.....	
2.500	5	48.6	348.6	16.3	6 40	7.12	965	5.8	58	206	
2.600	6	04.9	364.9	16.4	7 00	7.44	959	6.4	55	.....	
2.700	6	21.3	381.3	16.6	7 20	7.76	953	6.9	53	.....	
2.800	6	37.9	397.9	16.8	7 41	8.08	947	7.5	50	.....	
2.900	6	54.7	414.7	17.1	8 02	8.40	941	8.1	48	.....	
3.000	7	11.8	431.8	17.2	8 24	8.73	935	9	46	308	
3.100	7	29.0	449.0	17.4	8 46	9.06	929	9	44	.....	
3.200	7	46.4	466.4	17.6	9 08	9.39	924	10	42	.....	
3.300	8	04.0	484.0	17.8	9 31	9.73	918	11	40	.....	
3.400	8	21.8	501.8	18.1	9 54	10.07	913	12	38	.....	
3.500	8	39.0	519.9	18.3	10 17	10.41	907	12	37	437	
3.600	8	58.2	538.2	18.5	10 41	10.75	902	13	35	.....	
3.700	9	16.7	556.7	18.8	11 06	11.10	897	14	34	.....	
3.800	9	35.5	575.5	19.0	11 31	11.45	891	15	33	.....	
3.900	9	54.5	594.5	19.2	11 56	11.80	886	16	32	.....	
4.000	10	13.7	613.7	19.3	12 21	12.16	881	16	30	598	
4.100	10	33	633	20	12 47	12.52	877	18	29	.....	
4.200	10	53	653	20	13 14	12.89	872	19	28	.....	
4.300	11	13	673	20	13 41	13.26	867	20	27	.....	
4.400	11	33	693	21	14 08	13.63	862	21	26	.....	
4.500	11	54	714	21	14 36	14.00	858	22	25	796	

A.A. COMMON PROJECTILE, MARK 35

I.V. 1.200 F.S.

Change of range for variation of +10 feet per second initial velocity	Change of range for variation in density of air of -10 per cent	Change of range for wind component in plane of fire of 10 knots	Change of range for motion of gun in plane of fire of 10 knots	Change of range for motion of target in plane of 10 knots	Deviation for lateral wind component of 10 knots	Deviation for lateral motion of gun perpendicular to line of fire, speed of 10 knots	Deviation for lateral motion of target perpendicular to line of fire, speed of 10 knots	Change in height of impact for variation of 100 yards in sight bar
10	12	13	14	15	16	17	18	19
Yards	Yards	Yards	Yards	Yards	Yards	Yards	Yards	Feet
13	7	7	8	15	9	14.1	15.0	12
14	9	8	9	17	1.1	15.5	16.6	13
15	10	9	9	18	1.3	16.9	18.2	15
15	12	11	9	20	1.5	18.3	19.8	16
16	14	12	9	21	1.7	19.7	21.4	17
17	15	13	10	23	1.9	21.1	23.0	19
18	17	15	10	25	2.2	22.5	24.7	20
19	19	16	10	26	2.4	23.9	26.3	22
20	21	17	11	28	2.6	25.4	28.0	23
21	23	19	11	30	2.9	26.8	29.7	25
21	25	20	11	31	3.2	28.2	31.4	27
22	27	22	11	33	3.5	29.6	33.1	28
23	29	23	12	35	3.8	31.0	34.8	30
23	31	25	12	37	4.1	32.5	36.6	32
24	34	26	12	38	4.4	34.0	38.4	33
25	36	28	12	40	4.7	35.4	40.1	35
26	39	30	12	42	5.1	36.8	41.9	37
26	41	31	13	44	5.4	38.3	43.7	39
27	44	33	13	46	5.8	39.7	45.5	41
28	46	34	13	47	6.1	41.2	47.3	42
29	49	36	13	49	6.5	42.6	49.1	44
29	52	38	13	51	7	44	51	46
30	54	40	13	53	7	46	53	48
31	57	41	14	55	8	47	55	50
31	60	43	14	57	8	49	57	52
32	63	45	14	59	9	50	59	55
33	65	47	14	61	10	51	61	57
34	68	48	15	63	10	53	63	59
34	71	50	15	65	11	54	65	61
35	74	52	15	67	11	56	67	63
36	77	54	15	69	11	58	69	66
36	80	55	16	71	12	59	71	68
37	83	57	16	73	12	61	73	71
38	87	59	16	75	13	62	75	73
38	90	61	16	77	14	63	77	76
39	93	63	16	79	14	65	79	78

Πίνακας 6.2-4:

Απόσπασμα Πινάκων Βολής 53 lb W.P. SMOKE COMON PROJECTILE MK 30

5-INCH 38-CALIBER GUN

OP 1487

Range	Angle of elevation	Increase in angle of elevation for 100 yards increase in range		Angle of fall	Time of flight	Striking velocity	Drift	Maximum ordinate	Change of range for variation of +10 feet per second initial velocity	Change of range for variation of -1 pounds in weight of projectile
1	2	2a	2b	3	4	5	6	8	10	12
Yards	°	Minutes	Minutes	°	Seconds	F.S.	Yards	Feet	Yards	Yards
1.000	0	30.6	30.6	2.8	0 28	1.22	2.331	.2 7	6	7
1.100	0	33.4	33.4	2.9	0 32	1.35	2.304	.2	7	8
1.200	0	36.3	36.3	3.0	0 35	1.48	2.278	.2	8	8
1.300	0	39.3	39.3	3.0	0 38	1.61	2.252	.3	8	9
1.400	0	42.3	42.3	3.0	0 42	1.74	2.226	.4	9	9
1.500	0	45.3	45.3	3.1	0 46	1.88	2.200	.5 14	10	9
1.600	0	48.4	48.4	3.1	0 50	2.02	2.174	.6	10	10
1.700	0	51.5	51.5	3.2	0 54	2.16	2.149	.6	11	10
1.800	0	54.7	54.7	3.2	0 58	2.30	2.123	.7	12	11
1.900	0	57.9	57.9	3.3	1 02	2.44	2.098	.8	12	11
2.000	1	01.2	61.2	3.4	1 06	2.58	2.072	1.0 26	13	11
2.100	1	04.6	64.6	3.4	1 11	2.73	2.047	1.1	14	12
2.200	1	08.0	68.0	3.4	1 16	2.88	2.022	1.2	14	12
2.300	1	11.4	71.4	3.5	1 20	3.03	1.997	1.3	15	12
2.400	1	14.9	74.9	3.6	1 25	3.18	1.972	1.4	16	12
2.500	1	18.5	78.5	3.6	1 30	3.33	1.948	1.6 44	16	12
2.600	1	22.1	82.1	3.7	1 35	3.48	1.924	1.7	17	13
2.700	1	25.8	85.8	3.8	1 41	3.64	1.900	1.8	18	13
2.800	1	29.6	89.6	3.8	1 46	3.80	1.876	2.0	18	13
2.900	1	33.4	93.4	3.9	1 52	3.96	1.852	2.2	19	13
3.000	1	37.3	97.3	3.9	1 58	4.12	1.828	2.4 68	19	13
3.100	1	41.2	101.2	4.0	2 04	4.29	1.804	3.	20	13
3.200	1	45.2	105.2	4.1	2 10	4.45	1.781	3.	21	13
3.300	1	49.3	109.3	4.2	2 17	4.62	1.758	3.	21	13
3.400	1	53.5	113.5	4.2	2 23	4.79	1.735	3.	22	13
3.500	1	57.7	117.7	4.3	2 30	4.97	1.713	3. 99	23	13
3.600	2	02.0	122.0	4.4	2 37	5.14	1.690	4.	23	13
3.700	2	06.4	126.4	4.5	2 44	5.32	1.668	4.	24	13
3.800	2	10.9	130.9	4.5	2 52	5.50	1.646	4.	24	13
3.900	2	15.4	135.4	4.6	3 00	5.69	1.624	5.	25	13
4.000	2	20.0	140.0	4.8	3 08	5.87	1.602	5. 138	26	12
4.100	2	24.8	144.8	4.8	3 16	6.06	1.581	5.	26	12
4.200	2	29.6	149.6	4.9	3 25	6.25	1.560	5.	27	12
4.300	2	34.5	154.5	5.0	3 34	6.44	1.539	6.	27	11
4.400	2	39.5	159.5	5.0	3 43	6.64	1.518	6.	28	11
4.500	2	44.5	164.5	5.2	3 52	6.84	1.497	7. 187	28	10

53-LB. W.P. SMOKE PROJECTILE, MK 30

I.V. 2.600 F.S.

Change of range for variation in density of air of -10 percent	Change of range for variation in temperature of air of -10°F.	Change of range for wind component in plane of fire of 10 knots	Change of range for motion of gun in plane of fire of 10 knots	Change of range for motion of target in plane of 10 knots	Deviation for lateral wind component of 10 knots	Deviation for lateral motion of gun perpendicular to line of fire, speed of 10 knots	Deviation for lateral motion of target perpendicular to line of fire, speed of 10 knots	Change in height of burst for 10 minutes increase in elevation	Change in position of burst for 0.2 seconds decrease in fuze setting	Height	Range
12	12a	13	14	15	16	17	18	20	21	22	
Yards	Yards	Yards	Yards	Yards	Yards	Yards	Yards	Feet	Yards	Feet	
7	1	2	5	7	.4	6.5	6.9	9	3	-155	
8	1	2	6	8	.5	7.1	7.6	10	4	-154	
10	1	2	6	8	.6	7.7	8.3	10	4	-152	
12	2	2	7	9	.7	8.3	9.0	11	4	-150	
14	2	2	8	10	.8	9.0	9.8	12	5	-149	
16	2	3	8	11	.9	9.7	10.6	13	5	-147	
18	2	3	8	11	1.0	10.4	11.4	14	6	-145	
20	2	3	9	12	1.1	11.0	12.1	15	6	-144	
22	2	3	10	13	1.2	11.7	12.9	16	6	-142	
25	3	3	11	14	1.4	12.3	13.7	17	7	-140	
28	3	4	11	15	1.6	12.9	14.5	17	7	-139	
31	3	4	11	15	1.7	13.6	15.3	18	8	-137	
34	3	4	12	16	1.9	14.3	16.2	19	8	-136	
37	3	4	13	17	2.1	14.9	17.0	20	9	-134	
40	3	4	14	18	2.3	15.6	17.9	21	9	-132	
44	4	5	14	19	2.5	16.2	18.7	22	10	-131	
48	4	5	15	20	2.7	16.9	19.6	23	10	-129	
51	4	5	15	20	3.0	17.5	20.5	24	10	-128	
55	4	6	15	21	3.3	18.1	21.4	24	11	-126	
59	5	6	16	22	3.5	18.8	22.3	25	11	-124	
63	5	6	17	23	3.7	19.5	23.2	26	12	-123	
67	5	6	18	24	4	20	24	27	12	-121	
71	5	6	19	25	4	21	25	28	13	-120	
76	6	7	19	26	5	21	26	29	13	-118	
81	6	7	20	27	5	22	27	30	14	-116	
86	6	7	21	28	5	23	28	30	14	-115	
91	7	8	21	29	6	23	29	31	15	-113	
96	7	8	22	30	6	24	30	32	15	-112	
101	7	8	23	31	6	25	31	33	16	-110	
106	8	8	24	32	7	25	32	34	16	-109	
112	8	9	24	33	7	26	33	35	17	-108	
117	8	9	25	34	8	26	34	36	17	-106	
123	9	9	26	35	8	27	35	37	18	-105	
128	9	10	26	36	8	28	36	38	18	-103	
134	9	11	26	37	9	28	37	39	19	-102	
140	10	11	27	38	9	29	38	40	19	-100	

Πίνακας 6.2-5:

Απόσπασμα Πινάκων Βολής για Φωτιστικά Βλήματα 5"/38 με πλήρη και ελατωμένη γόμωση

FULL GHARGE

I.V. 2500 F.S.

HORIZO- NTAL RANGE TO ILLUMI- NANT	ANGLE OF ELE- VATION	FUZE SETTING	MAXIMUM ORDINATE	RANGE OF PROJE- CTILE BODY	10 F.S. DECREASE IN INITIAL VELOCITY	CORRECTION TO ELEVATION IN MINUTES				
						10% INCREASE IN AIR DENSITY	100°F IN- CREASE IN AIR TEM- PERATURE	10-KNOT MOTION IN PLANE OF FIRE		
								WIND	GUN	TARGET
1 YARDS	2 MINUTES	3 SECONDS	4 FEET	5 YARDS	6	7	8	9	10	11
5000	669	7.80	2115	9556	1.7	9	5	0	2	-2
5500	659	8.93	2063	9608	2.1	12	6	0	1	-1
6000	659	10.14	2060	9697	2.4	16	8	-1	0	1
6500	668	11.42	2103	9818	2.8	20	10	-1	0	1
7000	684	12.77	2186	9979	3.2	26	13	-2	-1	3
7500	707	14.19	2308	10181	3.7	31	14	-3	-1	4
8000	737	15.68	2468	10418	4.2	38	15	-4	-2	6
8500	775	17.22	2670	10689	4.6	44	15	-5	-2	7
9000	818	18.80	2915	10988	5.1	51	14	-6	-3	9
9500	868	20.44	3198	11307	5.6	58	13	-8	-3	11
10000	922	22.14	3521	11644	6.1	66	11	-10	-4	14
10500	982	23.91	3883	11996	6.6	74	8	-12	-4	16
11000	1046	25.74	4290	12364	7.2	83	4	-14	-5	19
11500	1117	27.64	4745	12745	7.8	93	0	-17	-5	22
12000	1193	29.62	5256	13140	8.4	104	-5	-20	-5	25
12500	1275	31.69	5823	13542	9.2	117	-11	-24	-6	30
13000	1364	33.87	6457	13953	10.0	133	-17	-28	-7	35
13500	1460	36.17	7169	14371	11.1	151	-24	-33	-7	40
14000	1567	38.62	7977	14797	12.3	171	-33	-39	-8	47
14500	1684	41.25	8902	15228	13.9	201	-43	-46	-10	56
15000	1817	44.16	9979	15661	16.1	240	-56	-57	-12	69
15500	1972	47.45	11279	16095	19.6	301	-75	-73	-15	88

FULL CHARGE

I.V. 2500 F.S.

HORIZONTAL RANGE TO ILLUMINANT	CORRECTION TO ELEVATION IN MINUTES						CORRECTION TO AZIMUTH IN MILS				CHANGE IN ELEVATION TO INCREASE HEIGHT OF ILLUMINANT 100 FT.	CHANGE IN POSITION OF ILLUMINANT FOR 1 SECOND INCREASE IN FUZE SETTING	
	10 F.S. DECREASE IN INITIAL VELOCITY	10% INCREASE IN AIR DENSITY	100°F INCREASE IN AIR TEMPERATURE	10-KNOT MOTION IN PLANE OF FIRE			DRIFT	10-KNOT MOTION PERPENDICULAR TO PLANE OF FIRE					
				WIND	GUN	TARGET		WIND	GUN	TARGET			
1 YARDS	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22 MILS	23 FEET	24 YARDS
5000	.04	.26	.14	-.03	-.06	.09	-2.0	-2.3	-6.9	9.2	6.8	80	465
5500	.04	.34	.18	-.04	-.07	.11	-2.2	-2.6	-6.9	9.5	6.2	36	435
6000	.05	.44	.22	-.06	-.08	.14	-2.5	-2.9	-6.9	9.8	5.7	-4	407
6500	.06	.54	.26	-.07	-.10	.17	-2.8	-3.3	-6.9	10.2	5.2	-41	382
7000	.06	.64	.27	-.09	-.11	.20	-3.1	-3.7	-6.9	10.6	4.9	-76	363
7500	.07	.72	.24	-.12	-.11	.23	-3.6	-4.0	-6.9	10.9	4.6	-110	349
8000	.07	.80	.18	-.14	-.12	.26	-4.1	-4.4	-6.9	11.3	4.3	-145	338
8500	.08	.88	.12	-.17	-.13	.30	-4.7	-4.7	-6.9	11.6	4.0	-179	328
9000	.08	.96	.05	-.20	-.14	.34	-5.4	-5.0	-7.0	12.0	3.8	-211	319
9500	.09	1.06	-.02	-.24	-.14	.38	-6.2	-5.4	-7.0	12.4	3.6	-243	310
10000	.09	1.16	-.09	-.28	-.15	.43	-6.9	-5.7	-7.0	12.7	3.4	-275	301
10500	.10	1.28	-.17	-.32	-.16	.48	-7.6	-6.0	-7.0	13.0	3.3	-308	293
11000	.11	1.41	-.25	-.37	-.17	.54	-8.5	-6.3	-7.1	13.4	3.2	-340	285
11500	.11	1.56	-.34	-.42	-.18	.60	-9.3	-6.6	-7.1	13.7	3.0	-373	277
12000	.12	1.73	-.43	-.48	-.19	.67	-10.2	-6.9	-7.2	14.1	2.9	-406	269
12500	.13	1.93	-.53	-.54	-.21	.75	-11.2	-7.2	-7.2	14.4	2.9	-439	261
13000	.14	2.17	-.63	-.62	-.22	.84	-12.3	-7.5	-7.3	14.8	2.8	-474	253
13500	.16	2.45	-.75	-.71	-.24	.95	-13.6	-7.8	-7.4	15.2	2.8	-509	246
14000	.18	2.78	-.88	-.82	-.27	1.09	-14.9	-8.2	-7.5	15.7	2.7	-546	238
14500	.20	3.28	-1.04	-.96	-.30	1.26	-16.3	-8.5	-7.7	16.2	2.8	-585	230
15000	.24	3.94	-1.25	-1.16	-.35	1.51	-17.9	-8.9	-7.8	16.7	2.8	-626	221
15500	.29	4.98	-1.56	-1.45	-.42	1.87	-19.7	-9.4	-8.0	17.4	3.0	-672	212

REDUCED GHARGE

I.V. 1150 F.S.

HORIZO- NTAL RANGE TO ILLUMI- NANT	ANGLE OF ELE- VATION	FUZE SETTING	MAXIMUM ORDINATE	RANGE OF PROJE- CTILE BODY	10 F.S. DECREASE IN INITIAL VELOCITY	CORRECTION TO ELEVATION IN MINUTES				
						10% INCREASE IN AIR DENSITY	100°F IN- CREASE IN AIR TEM- PERATURE	10-KNOT MOTION IN PLANE OF FIRE		
								WIND	GUN	TARGET
1 YARDS	2 MINUTES	3 SECONDS	4 FEET	5 YARDS	6	7	8	9	10	11
500	3290	1.90	9959	7361	.9	0	-1	1	40	-41
1000	2195	2.98	5676	8027	1.7	1	-2	1	29	-30
1500	1682	4.31	3699	7554	2.5	2	-11	0	20	-20
2000	1427	5.78	2758	7086	3.3	3	-18	-2	15	-13
2500	1300	7.36	2293	6769	4.1	5	-27	-4	12	-8
3000	1246	9.03	2092	6604	5.0	7	-36	-6	10	-4
3500	1237	10.79	2051	6553	6.0	10	-46	-8	8	0
4000	1259	12.65	2119	6594	7.1	14	-58	-11	7	4
4500	1307	14.62	2265	6710	8.3	19	-70	-14	5	9
5000	1378	16.72	2485	6887	9.8	25	-85	-18	4	14
5500	1469	18.98	2784	7115	11.6	34	-103	-23	3	20
6000	1584	21.45	3173	7380	14.0	45	-125	-30	1	29
6500	1725	24.20	3674	7673	17.4	61	-155	-39	-1	40
7000	1903	27.37	4337	7984	22.8	86	-201	-53	-6	59
7500	2151	31.37	5303	8301	34.7	141	-299	-84	-18	102

REDUCED CHARGE

I.V. 1150 F.S.

HORIZO- NTAL RANGE TO ILLUMI- NANT	CORRECTION TO ELEVATION IN MINUTES						CORRECTION TO AZIMUTH IN MILS				CHANGE IN ELEVATION TO INC- REASE HEIGHT OF ILLUMINAN T 100 FT.	CHANGE IN POSITION OF ILLUMINANT FOR 1 SECOND INCREASE IN FUZE SETTING	
	10 F.S. DECREA SE IN I- NITIAL VELOCITY	10% INCREA SE IN AIR DENSIT- Y	100°F IN- CREASE IN AIR TEMPE- RATURE	10-KNOT MOTION IN PLANE OF FIRE			DRIFT	10-KNOT MOTION PERPENDICULAR TO PLANE OF FIRE					
				WIND	GUN	TARGET		WIND	GUN	TARGET			
1 YARDS	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22 MILS	23 FEET	24 YARDS
500	.01	.01	-.04	.00	-.01	-.01	-.5	-1.0	-25.5	26.5	28.7	820	206
1000	.02	.01	-.04	-.01	-.02	-.03	-.8	-1.0	-18.3	19.3	26.1	531	280
1500	.03	.03	-.16	-.03	-.04	-.07	-1.2	-1.3	-16.6	17.9	20.4	345	298
2000	.03	.04	-.23	-.05	-.05	-.10	-1.7	-1.5	-16.1	17.6	16.2	222	300
2500	.04	.07	-.32	-.07	-.06	-.13	-2.2	-1.8	-15.8	17.6	13.3	133	295
3000	.05	.10	-.42	-.09	-.08	-.17	-2.8	-2.1	-15.7	17.8	11.3	62	288
3500	.06	.14	-.52	-.13	-.09	-.22	-3.5	-2.4	-15.7	18.1	9.8	2	279
4000	.07	.19	-.64	-.16	-.11	-.27	-4.2	-2.7	-15.7	18.4	8.7	-51	270
4500	.08	.26	-.77	-.20	-.13	-.33	-5.0	-3.1	-15.8	18.9	7.9	-101	261
5000	.10	.34	-.92	-.25	-.15	.40	-5.9	-3.4	-16.0	19.4	7.3	-148	251
5500	.12	.44	-1.11	-.32	-.18	.50	-7.0	-3.8	-16.1	19.9	6.8	-195	240
6000	.14	.58	-1.35	-.40	-.21	.61	-8.3	-4.2	-16.4	20.6	6.5	-243	230
6500	.18	.78	-1.68	-.51	-.27	.78	-9.9	-4.6	-16.8	21.4	6.4	-293	218
7000	.24	1.10	-2.21	-.70	-.35	1.05	-11.9	-5.1	-17.3	22.4	6.6	-348	205
7500	.38	1.79	-3.39	-1.09	-.53	1.62	-14.9	-5.8	-18.1	23.9	7.7	-414	189

Στο παράδειγμα που ακολουθεί παρουσιάζεται αναλυτικά μια αντιπροσωπευτική περίπτωση υπολογισμού I.V. για πυρ. 5"/38 ελεγχόμενα από ΣΔΒ ΜΚ 37 και θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο υπολογισμός αυτός κατ' αντιστοιχία εφαρμόζεται με ανάλογα έντυπα και διαδικασία και για τα υπόλοιπα πυροβόλα και ΣΔΒ Αμερικανικής προελεύσεως.

Παράδειγμα: Δίδονται:

- Θερμοκρασία πυρίτιδας σύμφωνα με ένδειξη θερμοκρασίας πυριταποθήκης 110°F
- Τύπος πυρίτιδας SPDN
- Βάρος πυρίτιδας 15,6 lbs
- Τελευταία μετρηθείσα φθορά κοίλου σε προχώρηση οργάνου 57"
- Βληθείσες Βολές μετά τελευταία μέτρηση 837, όπως αυτό προκύπτει από το μητρώο του σωλήνα του πυροβόλου
- Βαρομετρική πίεση 29,5 in Hg
- Θερμοκρασία ατμοσφαίρας 92°F
- Απόσταση βολής 16.000 yds
- Βάρος Βλήματος 54,42 lbs
- Τύπος Βλήματος ΜΚ 49
- Τύπος Πυροσωλήνα ΜΚ 50

Ζητείται να υπολογιστεί η αρχική ταχύτητα Βλήματος η οποία θα πρέπει να τοποθετηθεί στον υπολογιστή ΜΚ 1Α του ΣΔΒ.

Για την επίλυση του εν λόγω προβλήματος χρησιμοποιείται το έντυπο υπολογισμού I.V που ακολουθεί. Στο έντυπο αυτό κατ' αρχή αναγράφονται τα στοιχεία που εδόθεισαν ανωτέρω και στη συνέχεια συμπληρώνονται και υπολογίζονται τα υπόλοιπα στοιχεία όπως κατωτέρω αναλυτικά περιγράφεται κατά στοιχείο:

A1 : Αναγράφεται η θερμοκρασία πυρίτιδας σε βαθμούς Fahrenheit, 110°F

A2 : Αναγράφεται ο τύπος της προωθητικής πυρίτιδας SPDN που εδόθει

A3 : Αναγράφεται το βάρος της προωθητικής πυρίτιδας 15,6 lbs που εδόθει

A4 : Αναγράφεται η τελευταία μετρηθείσα φθορά κοίλου 57" που εδόθει

A5 : Αναγράφονται οι ισοδύναμες βληθείσες βολές από τελευταία μέτρηση 873 που εδόθησαν

A6 : Επιλέγεται το κατάλληλο τεύχος "πινάκων βολής", για πυροβόλο 5"/38 τύπο βλήματος MK49 και για βολή επιφανείας. Τούτο είναι για την εν λόγω περίπτωση το OP 551 (3rd rev.). Στη σελίδα 31 αυτού όπου ο τύπος της πυρίτιδας του προβλήματος SPDN και στη διασταύρωση φθοράς κοίλου σε προχώρηση οργάνου 57" (στο δεξιό πινακίδιο της σελίδας) και 15,6 lbs Βάρους της προωθητικής πυρίτιδας, προσδιορίζεται η αντιστοιχούσα μείωση αρχικής ταχύτητας 93 ft/sec. Στη συνέχεια στη σελίδα 29 και με στοιχείο εισόδου αντίστοιχα το 93 ft/sec και το 15,6 lbs προσδιορίζεται αντίστροφα ότι η αντίστοιχη φθορά κοίλου εκπεφρασμένη σε διεύρυνση της αρχής του αυλακωμένου του κοίλου 0,164". Εάν αντί να δοθεί τελευταία μετρηθείσα φθορά κοίλου σε προσχώρηση οργάνου εδίδετο απ' ευθείας η λόγω φθοράς διεύρυνση αρχής αυλακωμένου κοίλου σε in, τότε ο προαναφερθείς υπολογισμός δεν θα απαιτείτο.

Κατόπιν αυτού στο επόμενο βήμα πρέπει να προσδιοριστεί ο αριθμός των ισοδύναμων βολών που αντιστοιχούν στην εν λόγω φθορά κοίλου, για να προστεθούν σε αυτές οι βληθείσες κατόπιν βολές και να προσδιοριστεί από αυτές η συνολική φθορά που ο σκληννας έχει σύμφωνα με το σύνολο των ισοδύναμων βολών. Για τον σκοπό αυτό στην σελίδα 28 των πινάκων κατά προσέγγιση υπολογίζεται ότι σε φθορά 0,164" αντιστοιχούν 2.130 βολές. Στις Βολές αυτές προστιθέμενες οι 837 που το πυροβόλο έχειβάλει από τελευταίας μετρήσεως προκύπτουν συνολικά 2.967 ισοδύναμες βολές στις οποίες αντιστοιχεί όπως προκύπτει από τον ίδιο πίνακα, φθορά σε διεύρυνση αρχής αυλακωμένου κοίλου 0,184" η οποία και αναγράφεται στο έντυπο.

A7 : Αναγράφεται η δοθείσα βαρομετρική πίεση 29,5 in Hg.

A8 : Αναγράφεται η δοθείσα θερμοκρασία αέρος 92°F.

A9 : Αναγράφεται το βεληνεκές για το οποίο είναι επιθυμητό να γίνει ο υπολογισμός 16.000 yds και το οποίο εδόθει.

A10 : Από την σελίδα 21 των πινάκων και με στοιχείο εισόδου το προαναφερθέν Βεληνεκές προσδιορίζεται η τιμή 60 της στήλης 10 και η οποία αναγράφεται στη θέση αυτή.

A11 : Αναγράφεται η παρεχόμενη αντίστοιχα από τους πίνακες τιμή στήλης 12.

A12 : Αναγράφεται η τιμή στήλης 12A.

A13 : Αναγράφεται η τιμή στήλης 11.

A14 : Αναγράφεται το δοθέν βάρος βλήματος.

A15 : Αναγράφεται ο τύπος βλήματος-πυροσωλήνα.

A16 : Αναγράφεται η παρεχόμενη διόρθωση από την σελίδα 1 των πινάκων που αντιστοιχεί στην ισοδύναμη διόρθωση πυκνότητας (Equivalent Density Correction) για τον υπάρχοντα συνδυασμό βλήματος - πυροσωλήνα (Projectile-Fuze Combination).

B1 : Στη σελίδα 11 των πινάκων και με χρήση των στοιχείων A7, A8 και A9 από το νομόγραμμα προκύπτει +340.

B2 : $(59-A8) (A12:10) = (59-92) (-19:10) = 62,70$.

B3 : Ο Αξιωματικός ΔΒ του ΣΔΒ εκ πείρας γνωρίζει ότι το συγκεκριμένο ΣΔΒ παρουσιάζει ένα μόνιμο σφάλμα κατ' απόσταση, το οποίο μπορεί να αντισταθμίσει με αντίστοιχη επίδραση στην τοποθετούμενη στον υπολογιστή του ΣΔΒ τιμή αρχικής ταχύτητας μέσω του παρόντος υπολογισμού και την οποία θέτει π.χ. +150 yds επειδή οι πτώσεις χωρίς την διόρθωση αυτή πέφτουν ΑΝΩ 150 yards. Στην περίπτωση που το εν λόγω σφάλμα είναι μηδέν τότε το εν λόγω στοιχείο δεν συμπληρώνεται. (Εναλλακτικά το σφάλμα αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί με διόρθωση ΔΒ ΚΑΤΩ 150 από την θέση που τίθενται οι εν λόγω διορθώσεις στο ΣΔΒ).

B4 : $(55,18-54,42) \times (-82) = -62,32$ η απόλυτος τιμή του οποίου καταχωρείται στην δεξιά στήλη.

B5 : $(A16 \times (-1)) \times (A11:10) = -1.48 \times \frac{903}{10} = -133,64$ η απόλυτος τιμή του οποίου καταχωρείται στην δεξιά στήλη.

B6 : Άθροισμα κατά στήλας.

B7 : Διαφορά στηλών.

Γ1 : Από το δεξιό πινακίδιο της σελίδα 29 και με στοιχείο εισόδου A6 και A3 προκύπτει ότι η αντίστοιχη επίδραση των στοιχείων αυτών είναι μείωση της IV κατά 115 ft/sec η οποία τιμή καταχωρείται στην αριστερή στήλη.

Γ2 : $(90-110) \times 1.5 = -30$. Αρνητική μείωση σημαίνει αύξηση και η απόλυτη τιμή καταχωρείται στην δεξιά στήλη. Ο συντελεστής Θερμοκρασίας πυρίτιδας προσδιορίζεται από το πινακίδιο (το άνω στην συγκεκριμένη περίπτωση) της σελίδα 26 των πινάκων βολής.

Γ3 : $(B7:A10) \times 10 = (356,74:60) \times 10 = +59,46$ η απόλυτος τιμή του οποίου καταχωρείται στη δεξιά στήλη.

Γ4 : Άθροισμα κατά στήλες.

Γ5 : Διαφορά στηλών.

Δ : $2.600-25,54 = 2574,46$ ft/sec.

Άρα η τιμή αρχικής ταχύτητας η οποία θα τοποθετηθεί στο Σ.Δ.Β. είναι 2574 ft/sec.

ΕΝΤΥΠΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ Ι.Υ. ΠΥΡ. 5"/38

A. 1. Θερμοκρ. πυρίτιδας	110°F	9. Βεληνεκές	16.000
2. Τύπος πυρίτιδας	SPDN	10. Στήλη 10	80
3. Βάρος πυρίτιδας	15,6 lb	11. Στήλη 12	903
4. Τελευταία μετρηθείσα φθορά κοίλου	57"	12. Στήλη 12A	-19
5. Ισοδύναμες βολές από τελευταία μέτρηση	837	13. Στήλη 11	-82
6. Παρούσα φθορά κοίλου	0,184"	14. Βάρος Βλήματος	54,42 lb
7. Βαρομετρική πίεση	29,5	15. Συνδυασμός βλήματος πυροσωλήνα MK49	MK50
8. Θερμοκρασία αέρος	92°F	16. Διόρθωση λόγω βλή- ματος πυροσωλήνα	+1,48%

B. Σφάλμα κατά βεληνεκές λόγω διακυμάνσεων από τις κανονικές συνθήκες:

	<u>ΘΕΤΙΚΟ</u>	<u>ΑΡΝΗΤΙΚΟ</u>
1. Νομόγραμμα: Στοιχεία A7, A8 και A9	340	
2. [590-A8] * [A12:10]	62,70	
3. Αυθαίρετο σφάλμα κατ' απόσταση	150	
4. (Κανονικό βαρ. βλήμ. - A14) * A13		62,32
5. [A16*(-1)] * [A11:10]		133,64
6. Άθροισμα κατά στήλες	522,70	195,96
7. Διαφορά στηλών	356,74	

Γ. Αρχική ταχύτητα

	<u>ΜΕΙΩΣΗ</u>	<u>ΑΥΞΗΣΗ</u>
1. Μείωση αρχ. ταχ. λόγω φθοράς κοίλου και μεταβολής στο βάρος της προωθ. πυρίτιδος (A6 και A3).	115	
2. Μείωση αρχ. ταχ. λόγω της θερμοκρ. της προωθητ. πυρίτιδας (90-A1) * (συντελ. θερμ. πυρίτ.)		30
3. (B7:A10) * 10		59,46
4. Άθροισμα κατά στήλες	115	89,46
5. Διαφορά στηλών	25,54	

Δ. Αρχική ταχύτητα που θα τεθεί στον υπολογιστή του ΣΔΒ:

$$2.600 + Γ5 = 2.600 + (-25,54) = 2574,46$$

Παρατηρήσεις:

1. Κανονικό βάρος βλήματος 55,18 lbs
2. Εάν το τελικό αποτέλεσμα $2.600 + Γ5$ είναι μεγαλύτερο του 2.600 (δηλαδή το $Γ5$ είναι "αύξηση" αρχικής ταχύτητας) τότε τίθεται στον υπολογιστή $IV = 2.600$ και παράλληλα γίνεται και μία διόρθωση "ΚΑΤΩ" κατ' απόσταση, το μέγεθος της οποίας προσδιορίζεται από την σχέση $Rs = (Γ5 * \text{στήλη } 10)/10$.

6.3. ΙΤΑΛΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΒΟΛΗΣ

α. Γενικά

Οι εν λόγω πίνακες αφορούν το πυροβόλο ΟΤΟ-MELARA 76/62 και είναι εκδόσεις ΟΤΟ-MELARA SPA. Οι πίνακες αυτοί διακρίνονται σε δύο τεύχη ως ακολούθως:

- (1). RANGE TABLE FOR 76/62 ΟΤΟ MELARA COMPACT GUN FIRING HE (VT) PROJECTILE MOD 79 (SURFACE TARGETS).
- (2). RANGE TABLE FOR 76/62 ΟΤΟ MELARA COMPACT GUN FIRING HE (VT) PROJECTILE MOD 79 (AIR TARGETS).

Οι συνθήκες για τις οποίες ισχύουν οι πίνακες αυτοί είναι σχεδόν αντίστοιχοι με τις συνθήκες των Αμερικανικών πινάκων βολής και αναφέρονται στις πρώτες σελίδες των πινάκων. Επισημαίνεται πάντως το γεγονός ότι στους πίνακες αυτούς τα μήκη είναι στο δεκαδικό σύστημα (σε m). Το κύριο σώμα των πινάκων βολής επιφανείας έχει διαφορετική δομή όπως φαίνεται στα συνημμένα αποσπάσματα, πίνακα 6.3-1. Οι πίνακες δηλαδή επιφανείας έχουν δύο μέρη εκ των οποίων το ένα (F(I)) αναφέρεται σε διορθώσεις στην διόπτρευση και το άλλο (F(II)) στην απόσταση. Αντιστοιχία δε αποστάσεως και υψώσεως υπάρχει στο τέλος μόνο, στο συμπλήρωμα των πινάκων αυτών.

Όσον αφορά του πίνακες βολής A/A αναφέρονται σε βήματα των 5° καθ' ύψωση και αποτελούνται ουσιαστικά από τρία μέρη εκ των οποίων το πρώτο (F(I)) αναφέρεται σε βασικά στοιχεία και διορθώσεις κατά διόπτρευση, το δεύτερο (F(II)) σε διορθώσεις σε υπερύψωση και το τρίτο (F(III)) σε διορθώσεις στο χρόνο πτήσεως, για τις αντίστοιχα αναφερόμενες μεταβολές παραμέτρων όπως φαίνεται στο απόσπασμα αυτών στον πίνακα 6.3-2.

Όσον αφορά για χρήση και εφαρμογές των πινάκων αυτών αναφέρονται λεπτομερείς οδηγίες στις πρώτες σελίδες των.

Οι τιμές των στοιχείων βολής στους εν λόγω πίνακες αναλυτικότερα δίδονται υπό τις ακόλουθες κανονικές συνθήκες (Standard Conditions) και παραδοχές.

(1) Οι στροφάλλιγγες του βάλοντος πυροβόλου βρίσκονται στην επιφάνεια της θάλασσας.

(2) Το πυροβόλο δεν κινείται και δεν πνέει άνεμος.

(3) Το σημείο πτώσεως βρίσκεται επί επιπέδου εφαπτόμενου της επιφάνειας της γης στη θέση που βρίσκεται το πυροβόλο (για τους πίνακες βολής επιφανείας).

(4) Ο τύπος του βλήματος είναι 76/62 MOD 79 HE (VT) με πυροσωλήνα TB 76 MOD 0, TB 76 MOD 1 και VTPA TB 16.

- Βάρος βλήματος με πυροσωλήνα 6,3 Kgr
- Διάμετρος Βλήματος $d = 0,0076 \text{ m}$

(5) Η αρχική ταχύτητα είναι 900 m/sec με πλήρη προωθητική γόμωση.

(6) Η Βλητική θερμοκρασία στην επιφάνεια της θάλασσας είναι $T_0 = 288,15^\circ \text{ K}$, με μεταβολή συναρτήσει του ύψους Y από την επιφάνεια της θαλάσσης:

$$T = T_0 - 0,0065 Y$$

Πίνακας 6.3-1:

Απόσπασμα Ιταλικών Πινάκων Βολής Επιφανείας Πυροβόλου ΟΤΟ-ΜΕΛΑΡΑ 76/62

TABLE F(I)

BASIC DATA AND CORRECTIONS TO BEARING

1	2	3	4	5	6	7	8	9
RANGE	ELEVATION		EFFECTION RANGE FOR INCREA- SE OF 1 MIN ELE- VATION	TIME OF FLIGHT	CORE- CTION TO BEARING FOR DRIFT	CORE- CTION TO BEARING FOR 1 KNOT CROSS WIND	CORECTION TO BEARING FOR 1 KNOT ACROSS PLANE OF FIRE OF OWN SHIP TARGET	
M	DEG MIN	MIL	M	S	DEG MIN	DEG MIN	DEG MIN	DEG MIN
7100	5	53	104.7	10	104.7	0 8	0 2	0 1
7200	6	4	107.8	9	107.8	0 9	0 2	0 1
7300	6	14	110.9	9	110.9	0 9	0 2	0 1
7400	6	25	114.1	9	114.1	0 9	0 2	0 1
7500	6	36	117.4	9	117.4	0 9	0 2	0 1
7600	6	47	120.7	9	120.7	0 10	0 2	0 1
7700	6	59	124.1	9	124.1	0 10	0 2	0 1
7800	7	10	127.5	9	127.5	0 10	0 2	0 1
7900	7	22	131.0	8	131.0	0 11	0 2	0 1
8000	7	34	134.5	8	134.5	0 11	0 2	0 1
8100	7	46	138.1	8	138.1	0 11	0 2	0 1
8200	7	58	141.7	8	141.7	0 11	0 2	0 1
8300	8	11	145.4	8	145.4	0 12	0 2	0 1
8400	8	23	149.2	8	149.2	0 12	0 2	0 1
8500	8	36	153.0	8	153.0	0 12	0 2	0 1
8600	8	49	156.8	8	156.8	0 13	0 2	0 1
8700	9	3	160.8	7	160.8	0 13	0 2	0 1
8800	9	16	164.7	7	164.7	0 13	0 2	0 1
8900	9	30	168.8	7	168.8	0 14	0 2	0 1
9000	9	43	172.8	7	172.8	0 14	0 2	0 1
9100	9	57	177.8	7	177.8	0 14	0 2	0 1
9200	10	11	181.1	7	181.1	0 15	0 2	0 1
9300	10	26	185.4	7	185.4	0 15	0 2	0 1
9400	10	40	189.7	7	189.7	0 15	0 2	0 1
9500	10	55	194.0	7	194.0	0 16	0 2	0 2
9600	11	10	198.4	7	198.4	0 16	0 2	0 2
9700	11	25	202.9	7	202.9	0 16	0 2	0 2
9800	11	40	207.4	6	207.4	0 17	0 2	0 2
9900	11	55	212.0	6	212.0	0 17	0 2	0 2
10000	12	11	216.6	6	216.6	0 18	0 2	0 2
10100	12	27	221.3	6	221.3	0 18	0 2	0 2
10200	12	43	226.0	6	226.0	0 18	0 2	0 2
10300	12	59	230.8	6	230.8	0 19	0 2	0 2
10400	13	16	235.7	6	235.7	0 19	0 2	0 2
10500	13	32	240.6	6	240.6	0 20	0 2	0 2

TABLE F(II)
CORRECTIONS TO RANGE
FOR NON-STANDARD CONDITIONS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
RANGE	1 M/S MUZZLE VELOCITY		1 KNOT RANGE WIND		1% BALLISTIC AIR TEMPERATURE		1% BALLISTIC AIR PRESSURE		1 SQUARE PRPJECTILE MASS		1 KT SPEED ALONG PLANE OF FIRE OF	
	DECREASE (-)	INCREASE (+)	HEAD (-)	TAIL (+)	DECREASE (-)	INCREASE (+)	DECREASE (-)	INCREASE (+)	DECREASE (-)	INCREASE (+)	OWN SHIP	TARGET
M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
7100	9.0	-8.9	4.8	-4.8	32.0	-29.4	-40.1	35.0	36	-34	2.6	7.4
7200	9.0	-9.0	4.9	-4.9	32.8	-30.1	-40.9	35.6	38	-35	2.6	7.6
7300	9.1	-9.1	5.1	-5.1	33.5	-30.9	-41.7	36.2	39	-36	2.6	7.8
7400	9.2	-9.1	5.3	-5.3	34.3	-31.6	-42.5	36.8	40	-37	2.6	7.9
7500	9.2	-9.2	5.4	-5.4	35.1	-32.4	-43.2	37.4	41	-38	2.7	8.1
7600	9.3	-9.2	5.6	-5.6	35.9	-33.1	-43.9	38.0	42	-39	2.7	8.3
7700	9.3	-9.3	5.8	-5.8	36.6	-33.9	-44.6	38.6	43	-40	2.7	8.5
7800	9.4	-9.3	5.9	-5.9	37.4	-34.6	-45.3	39.1	44	-41	2.7	8.6
7900	9.4	-9.4	6.1	-6.1	38.2	-35.4	-46.0	39.7	45	-43	2.7	8.8
8000	9.5	-9.4	6.3	-6.3	39.0	-36.1	-46.7	40.3	46	-44	2.7	9.0
8100	9.5	-9.5	6.5	-6.5	39.7	-36.9	-47.4	40.8	47	-45	2.7	9.2
8200	9.6	-9.5	6.6	-6.6	40.5	-37.7	-48.1	41.4	48	-46	2.7	9.3
8300	9.6	-9.6	6.8	-6.8	41.3	-38.4	-48.8	41.9	49	-47	2.7	9.5
8400	9.7	-9.6	7.0	-7.0	42.1	-39.2	-49.4	42.5	50	-48	2.7	9.7
8500	9.7	-9.7	7.2	-7.2	42.9	-40.0	-50.1	43.0	51	-49	2.7	9.9
8600	9.8	-9.7	7.4	-7.4	43.7	-40.7	-50.7	43.6	52	-50	2.7	10.1
8700	9.8	-9.8	7.6	-7.6	44.5	-41.5	-51.4	44.1	53	-51	2.7	10.2
8800	9.9	-9.8	7.7	-7.8	45.3	-42.3	-52.0	44.6	54	-51	2.6	10.4
8900	9.9	-9.9	7.9	-7.9	46.1	-43.1	-52.7	45.2	55	-52	2.6	10.6
9000	10.0	-9.9	8.1	-8.1	46.9	-43.9	-53.3	45.7	56	-53	2.6	10.8
9100	10.0	-10.0	8.3	-8.3	47.7	-44.6	-54.0	46.3	57	-54	2.6	11.0
9200	10.1	-10.0	8.5	-8.5	48.5	-45.4	-54.6	46.8	58	-55	2.6	11.2
9300	10.1	-10.0	8.7	-8.7	49.3	-46.2	-55.3	47.4	59	-56	2.6	11.4
9400	10.2	-10.1	8.9	-8.9	50.1	-47.0	-55.9	47.9	60	-57	2.6	11.6
9500	10.2	-10.1	9.1	-9.1	50.9	-47.8	-56.5	48.5	61	-58	2.6	11.8
9600	10.2	-10.2	9.3	-9.3	51.7	-48.6	-57.2	49.0	62	-59	2.6	12.0
9700	10.3	-10.2	9.5	-9.5	52.5	-49.4	-57.8	49.6	63	-60	2.6	12.2
9800	10.3	-10.3	9.7	-9.7	53.3	-50.2	-58.5	50.1	65	-61	2.6	12.4
9900	10.4	-10.3	9.9	-9.9	54.1	-50.9	-59.1	50.7	66	-62	2.6	12.6
10000	10.4	-10.4	10.1	-10.2	54.9	-51.7	-59.8	51.2	67	-63	2.6	12.8
10100	10.5	-10.4	10.3	-10.3	55.7	-52.5	-60.4	51.8	68	-64	2.6	13.0
10200	10.5	-10.4	10.6	-10.6	56.5	-53.3	-61.1	52.4	69	-65	2.6	13.2
10300	10.6	-10.5	10.8	-10.8	57.3	-54.1	-61.7	52.9	70	-66	2.6	13.4
10400	10.6	-10.5	11.0	-11.0	58.1	-54.9	-62.4	53.5	71	-67	2.6	13.6
10500	10.7	-10.6	11.2	-11.2	58.9	-55.7	-63.0	54.1	72	-69	2.6	13.8

Πίνακας 6.3-2:

Απόσπασμα Ιταλικών Πινάκων Βολής Α/Α πυροβόλου ΟΤΟ-MELARA 76/62

TABLE F(I)

BASIC DATA AND CORRECTIONS TO BEARING

ANGLE OF SIGHT: 5 Degrees

1	2		3	4	5
SLANT RANGE	SUPER ELEVATION		TIME OF FLIGHT	CORRECTION TO BEARING FOR DRIFT	1 KNOT GROSS WIND
M	DEG	MIN	S	M	M
7100	5	50	14.40	17.5	3.3
7200	6	0	14.73	18.3	3.4
7300	6	11	15.06	19.1	3.5
7400	6	21	15.39	20.0	3.6
7500	6	32	15.73	20.9	3.7
7600	6	43	16.07	21.8	3.8
7700	6	55	16.40	22.7	4.0
7800	7	6	16.75	23.6	4.1
7900	7	18	17.09	24.6	4.2
8000	7	30	17.44	25.6	4.3
8100	7	42	17.79	26.7	4.4
8200	7	54	18.14	27.7	4.5
8300	8	7	18.49	28.8	4.7
8400	8	19	18.85	29.9	4.8
8500	8	32	19.20	31.1	4.9
8600	8	45	19.57	32.3	5.0
8700	8	58	19.93	33.5	5.1
8800	9	12	20.29	34.7	5.3
8900	9	25	20.66	36.0	5.4
9000	9	39	21.04	37.3	5.5
9100	9	53	21.41	38.6	5.7
9200	10	7	21.79	40.0	5.8
9300	10	22	22.17	41.4	5.9
9400	10	36	22.55	42.9	6.0
9500	10	51	22.93	44.3	6.2
9600	11	6	23.32	45.9	6.3
9700	11	21	23.72	47.4	6.4
9800	11	36	24.11	49.0	6.6
9900	11	52	24.51	50.6	6.7
10000	12	8	24.91	52.3	6.9

TABLE F(II)
CORRECTIONS TO SUPER-ELEVATION
FOR NON-STANDARD CONDITIONS

ANGLE OF SIGHT : 5 Degrees

1	2		3		4		5		6		7		8		9	
SLANT RANGE	10 M/S MUZZLE VELOCITY				10 KNOT RANGE WIND				10% BALLISTIC AIR TEMPERATURE				10% BALLISTIC AIR PRESSURE			
	DEG	MIN	DEG	MIN	DEG	MIN	DEG	MIN	DEG	MIN	DEG	MIN	DEG	MIN	DEG	MIN
7100	0	9	0	-9	0	4	0	-3	0	36	0	-26	0	-36	0	40
7200	0	10	0	-9	0	4	0	-4	0	37	0	-28	0	-38	0	41
7300	0	10	0	-10	0	4	0	-4	0	39	0	-29	0	-39	0	43
7400	0	10	0	-10	0	4	0	-4	0	40	0	-30	0	-41	0	44
7500	0	10	0	-10	0	5	0	-4	0	42	0	-31	0	-43	0	46
7600	0	11	0	-10	0	5	0	-4	0	44	0	-33	0	-44	0	47
7700	0	11	0	-11	0	5	0	-5	0	45	0	-34	0	-46	0	49
7800	0	11	0	-11	0	5	0	-5	0	47	0	-35	0	-47	0	50
7900	0	11	0	-11	0	6	0	-5	0	49	0	-37	0	-49	0	52
8000	0	12	0	-11	0	6	0	-6	0	51	0	-38	0	-51	0	53
8100	0	12	0	-12	0	6	0	-6	0	53	0	-40	0	-52	0	55
8200	0	12	0	-12	0	7	0	-6	0	55	0	-41	0	-54	0	57
8300	0	12	0	-12	0	7	0	-7	0	57	0	-43	0	-56	0	58
8400	0	13	0	-12	0	7	0	-7	0	59	0	-44	0	-57	0	60
8500	0	13	0	-13	0	8	0	-7	1	1	0	-46	0	-59	1	2
8600	0	13	0	-13	0	8	0	-8	1	3	0	-47	-1	-1	1	3
8700	0	14	0	-13	0	8	0	-8	1	5	0	-49	-1	-2	1	5
8800	0	14	0	-13	0	9	0	-8	1	7	0	-50	-1	-4	1	7
8900	0	14	0	-14	0	9	0	-9	1	9	0	-52	-1	-6	1	9
9000	0	14	0	-14	0	10	0	-9	1	11	0	-54	-1	-8	1	10
9100	0	15	0	-14	0	10	0	-9	1	14	0	-55	-1	-9	1	12
9200	0	15	0	-14	0	10	0	-10	1	16	0	-57	-1	-11	1	14
9300	0	15	0	-15	0	11	0	-10	1	18	0	-59	-1	-13	1	16
9400	0	15	0	-15	0	11	0	-11	1	21	-1	-1	-1	-15	1	18
9500	0	16	0	-15	0	12	0	-11	1	23	-1	-2	-1	-17	1	20
9600	0	16	0	-15	0	12	0	-12	1	26	-1	-4	-1	-19	1	22
9700	0	16	0	-16	0	13	0	-12	1	28	-1	-6	-1	-21	1	24
9800	0	17	0	-16	0	13	0	-12	1	31	-1	-8	-1	-23	1	26
9900	0	17	0	-16	0	14	0	-13	1	34	-1	-10	-1	-25	1	29
10000	0	17	0	-17	0	14	0	-13	1	37	-1	-12	-1	-27	1	31

TABLE F(III)
CORRECTIONS TO OF FLIGHT
FOR NON-STANDARD CONDITIONS

1	2	3	4	5	6	7	8	9
SLANT RANGE	10 M/S MUZZLE VELOCITY		10 KNOT RANGE WIND		10% BALLISTIC AIR TEMPERATURE		10% BALLISTIC AIR PRESSURE	
M	- s	+ s	HEAD s	TAIL s	- s	+ s	- s	+ s
7100	0.19	-0.18	0.15	-0.14	0.87	-0.69	-0.92	0.86
7200	0.19	-0.18	0.16	-0.15	0.89	-0.71	-0.94	0.88
7300	0.19	-0.19	0.16	-0.16	0.92	-0.73	-0.96	0.90
7400	0.19	-0.19	0.17	-0.16	0.94	-0.75	-0.98	0.91
7500	0.19	-0.19	0.18	-0.17	0.97	-0.77	-0.99	0.93
7600	0.20	-0.19	0.18	-0.17	1.00	-0.80	-1.01	0.95
7700	0.20	-0.19	0.19	-0.18	1.03	-0.82	-1.03	0.97
7800	0.20	-0.20	0.20	-0.19	1.05	-0.84	-1.05	0.99
7900	0.20	-0.20	0.20	-0.19	1.08	-0.86	-1.07	1.01
8000	0.21	-0.20	0.21	-0.20	1.11	-0.89	-1.09	1.03
8100	0.21	-0.20	0.22	-0.21	1.14	-0.91	-1.11	1.05
8200	0.21	-0.21	0.23	-0.22	1.17	-0.93	-1.12	1.07
8300	0.21	-0.21	0.23	-0.22	1.20	-0.96	-1.14	1.09
8400	0.22	-0.21	0.24	-0.23	1.23	-0.98	-1.16	1.11
8500	0.22	-0.21	0.25	-0.24	1.26	-1.01	-1.18	1.13
8600	0.22	-0.22	0.26	-0.25	1.29	-1.03	-1.20	1.16
8700	0.22	-0.22	0.27	-0.25	1.33	-1.06	-1.23	1.18
8800	0.23	-0.22	0.28	-0.26	1.36	-1.08	-1.25	1.20
8900	0.23	-0.22	0.28	-0.27	1.39	-1.11	-1.27	1.23
9000	0.23	-0.23	0.29	-0.28	1.43	-1.14	-1.29	1.25
9100	0.23	-0.23	0.30	-0.29	1.46	-1.17	-1.31	1.28
9200	0.24	-0.23	0.31	-0.29	1.50	-1.19	-1.34	1.31
9300	0.24	-0.23	0.32	-0.30	1.53	-1.22	-1.36	1.33
9400	0.24	-0.24	0.33	-0.31	1.57	-1.25	-1.39	1.36
9500	0.25	-0.24	0.34	-0.32	1.61	-1.28	-1.41	1.39
9600	0.25	-0.24	0.35	-0.33	1.65	-1.31	-1.44	1.42
9700	0.25	-0.25	0.36	-0.34	1.69	-1.34	-1.47	1.45
9800	0.26	-0.25	0.37	-0.35	1.73	-1.37	-1.49	1.48
9900	0.26	-0.25	0.38	-0.36	1.77	-1.40	-1.52	1.52
10000	0.26	-0.26	0.39	-0.37	1.81	-1.44	-1.55	1.55

(7) Η Βλητική ατμοσφαιρική πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας είναι: $P_0 = 1013, 25 \text{ mbar}$, με μεταβολή συναρτήσει της Βλητικής θερμοκρασίας T :

$$P = P_0 (T/T_0)^{5,25588}$$

(8) Η ταχύτητα του ήχου στην επιφάνεια της θάλασσας είναι $V_s = 340, 294 \text{ m/sec}$, με μεταβολή συναρτήσει της Βλητικής θερμοκρασίας T :

$$V_s = 20,0468 (T)^{0,5}$$

(9) Η επιτάχυνση της βαρύτητας στην επιφάνεια της θάλασσας είναι $g_0 = 9,80665 \text{ m/sec}$, με μεταβολή συναρτήσει του ύψους Y :

$$g = g_0^{(1-2Y/6356766)}$$

(10) Η δύναμη αντιστάσεως του αέρα (air drag force) (D) που εξασκείται στο Βλήμα, υπολογίζεται σε Newton Βάσει της σχέσεως:

$$D = \frac{1}{2} i C_D K A P (V/V_s)^2$$

όπου:

i = Βλητικός συντελεστής μορφής που υπολογίζεται από τον Πίνακα 6.3-3

C_D = Συντελεστής αντιστάσεως αέρα (drag coefficient) που υπολογίζεται επίσης από τον Πίνακα 6.3-3.

K = Είναι ο λόγος ειδικής θερμότητας του αέρα υπό σταθερή πίεση προς την ειδική θερμότητα του αέρα υπό σταθερό όγκο. Ο συντελεστής K έχει σταθερή τιμή $K = 1,4$.

A = Είναι η μέγιστη επιφάνεια κάθετης διατομής του βλήματος $A = \pi d^2/4 \text{ m}^2$

V = Η ταχύτητα του βλήματος σε σχέση με τον αέρα.

(11) Η φυσική εκτροπή (για την βολή επιφανείας) δίδεται σε μέτρα από την σχέση

$$D_f = ct^2$$

$$ALFA < 37.9 \text{ MIL} : i = 1$$

$$ALFA > 37.9 \text{ MIL} : i = 1/(A_0 + A_1 + ALFA + A_2 + ALFA^2)$$

$$A_0 = 9.967674226 \times 10^{-1}$$

$$A_1 = 8.873518578 \times 10^{-5}$$

$$A_2 = 7.992941383 \times 10^{-8}$$

ALFA = γωνία υψώσεως

Πινακίδιο υπολογισμού βαλιστικού συντελεστή i

	MACH	CD	CD = $A_0 + A_1 \times \text{MACH} + A_2 \times \text{MACH}^2 + A_3 \times \text{MACH}^3 + A_4 \times \text{MACH}^4$	
.50 ≤ MACH ≤ .85	.50	.150	A ₀ =	.15
	.85	.150		
.85 ≤ MACH ≤ .95	.85	.150	A ₀ =	263.663
	.91	.150	A ₁ = -	1238.420
	.95	.210	A ₂ =	2183.517
			A ₃ = -	1711.806
			A ₄ =	503.472
.95 ≤ MACH ≤ 1.00	.95	.210	A ₀ = -	2.963
	1.00	.377	A ₁ =	3.340
1.00 ≤ MACH ≤ 1.10	1.00	.377	A ₀ = -	6.103
	1.03	.405	A ₁ =	11.88
	1.05	.418	A ₂ = -	5.40
	1.10	.431		
1.00 ≤ MACH ≤ 1.35	1.10	.431	A ₀ = -	0.7236
	1.35	.405	A ₁ =	0.9152
			A ₂ =	.416
1.35 ≤ MACH ≤ 1.65	1.35	.405	A ₀ =	.531
	1.65	.377	A ₁ = -	.093333
1.65 ≤ MACH ≤ 1.95	1.65	.377	A ₀ =	.52
	1.95	.351	A ₁ = -	.08666
1.95 ≤ MACH ≤ 2.25	1.95	.351	A ₀ =	.494
	2.25	.329	A ₁ = -	.073333
2.25 ≤ MACH ≤ 2.75	2.25	.329	A ₀ =	.434
	2.75	.306	A ₁ = -	.04666

όπου: $c = 0.0846189887$

t = χρόνος πτήσεως σε sec

και για τη βολή A/A δίδεται πάλι σε μέτρα από τη σχέση

$$D_f = c t^2 \sin E$$

όπου E η γωνία θέσεως του στόχου

β. Πίνακες βολής επιφανείας

Μετά τα αναφερθέντα μέχρι τώρα για τους πίνακες βολής, γενικά δεν κρίνεται απαραίτητο να αναπτυχθούν αναλυτικά τα αναφερόμενα στους εν λόγω πίνακες Βολής επιφανείας στοιχεία επειδή οι αντίστοιχοι των τίτλοι είναι αρκετά διευκρινιστικοί.

Για τους πίνακες βολής επιφανείας του πυρ. ΟΤΟ-MELARA απλώς τονίζεται το γεγονός ότι πολλά βασικά στοιχεία πυροβολικής τα οποία στους Αμερικανικούς πίνακες βολής αναφέρονται στο κύριο των μέρους, εδώ πρέπει να συμβουλευτεί ο ενδιαφερόμενος τα παρεχόμενα στο SUPPLEMENTARY DATA, TABLE G στο τέλος των Πινάκων συμπληρωματικά στοιχεία, (όπως π.χ. για το Βέλος της τροχιάς). Στους εν λόγω πίνακες απόσπασμα των οποίων φαίνεται στον Πίνακα 6.3-4, αναφέρεται στις στήλες 4 και 5 το πιθανό σφάλμα το οποίο όπως ορίζεται στο Κεφάλαιο 12 αναφέρεται στο εύρος της ζώνης εντός της οποίας αναμένεται το 50% των πτώσεων.

γ. Πίνακες Βολής A/A

Το κύριο μέρος των πινάκων αυτών αποτελείται από τρία μέρη με στοιχείο εισόδου στο καθ' ένα από αυτά την κεκλιμένη απόσταση (slant range) του στόχου, με μεταβολές ανά 100 m. Τα τμήματα αυτά έχουν τίτλο F(I) F(II) και F(III), είναι συνεχόμενα και έχουν αντίστοιχα 5, 9 και 9 στήλες όπως φαίνεται στον πίνακα 6.3-2.

Επειδή ο τίτλος κάθε στήλης των πινάκων αυτών είναι αρκετά κατατοπιστικός, δεν κρίνεται σκόπιμη η αναλυτική παρουσίαση κάθε στήλης.

Πίνακας 6.3-4.

Απόσπασμα από το "SUPPLEMENTARY DATA" των Ιταλικών Πινάκων επιφανείας Πυροβόλο
OTO-MELARA 76/62

TABLE G
SUPPLEMENTARY DATA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
RANGE	ELEVATION		PROBABLE ERROR		ANGLE OF DESCENT			REMAINING VELOCITY	VERTEX HEIGHT	VERTEX ABSCISSA	
			RANGE	DEFL	ANGLE		COTANGENT				
M	DEG	MIN	MIL	M	M	DEG		MIN	M/S	M	M
7100	5	53	104.7	39	4	12	11	-5	312	264	4203
7200	6	4	107.8	39	4	12	35	-4	310	277	4271
7300	6	14	110.9	39	4	12	60	-4	308	291	4339
7400	6	25	114.1	40	5	13	24	-4	307	305	4407
7500	6	36	117.4	40	5	13	49	-4	306	319	4474
7600	6	47	120.7	40	5	14	14	-4	304	334	4541
7700	6	59	124.1	41	5	14	39	-4	303	349	4607
7800	7	10	127.5	41	5	15	4	-4	302	365	4673
7900	7	22	131.0	41	5	15	29	-4	300	381	4739
8000	7	34	134.5	41	5	15	55	-4	299	398	4804
8100	7	46	138.1	42	5	16	20	-3	298	415	4869
8200	7	58	141.7	42	5	16	46	-3	297	433	4933
8300	8	11	145.4	42	5	17	12	-3	296	451	4997
8400	8	23	149.2	43	5	17	38	-3	295	470	5061
8500	8	36	153.0	43	5	18	4	-3	294	489	5124
8600	8	49	156.8	43	5	18	30	-3	293	509	5187
8700	9	3	160.8	43	5	18	57	-3	292	529	5250
8800	9	16	164.7	44	5	19	24	-3	291	550	5312
8900	9	30	168.8	44	6	19	50	-3	290	571	5374
9000	9	43	172.8	44	6	20	17	-3	289	593	5435
9100	9	57	177.0	45	6	20	45	-3	288	616	5496
9200	10	11	181.1	45	6	21	12	-3	287	639	5557
9300	10	26	185.4	45	6	21	39	-3	286	662	5536
9400	10	40	189.7	46	6	22	7	-2	285	686	5595
9500	10	55	194.0	46	6	22	34	-2	285	711	5655
9600	11	10	198.4	46	6	23	2	-2	284	736	5713
9700	11	25	202.9	47	6	23	30	-2	283	762	5772
9800	11	40	207.4	47	6	23	59	-2	283	789	5830
9900	11	55	212.0	47	6	24	27	-2	282	816	5888
10000	12	11	216.6	48	6	24	55	-2	281	843	5946
10100	12	27	221.3	48	6	25	24	-2	281	872	6003
10200	12	43	226.0	48	6	25	53	-2	280	900	6060
10300	12	59	230.8	49	6	26	21	-2	280	930	6117
10400	13	16	235.7	49	7	26	50	-2	279	960	6174
10500	13	32	240.6	49	7	27	19	-2	279	991	6230

δ. Εφαρμογές πινάκων Βολής - Υπολογισμός I.V.

Οι πίνακες βολής πυροβόλου ΟΤΟ-MELARA 76/62 όπως και οι Αμερικανικοί πίνακες βολής παρέχουν όλα τα απαιτούμενα στοιχεία για την μέσω των πινάκων επίλυση ενός προβλήματος ΔΒ.

Ένα βασικός υπολογισμός ο οποίος απαιτείται σε κάθε τέτοια περίπτωση είναι ο υπολογισμός της αρχικής ταχύτητας του βλήματος. Ο ως άνω υπολογισμός καθώς και όλοι οι άλλοι επί μέρους υπολογισμοί για την επίλυση ενός προβλήματος ΔΒ αναφέρονται κατωτέρω αναλυτικά, όπως γίνονται με την χρήση των πινάκων βολής του πυρ. ΟΤΟ-MELARA 76/62.

(1) Υπολογισμός Αρχικής Ταχύτητας

Η τιμή της αρχικής ταχύτητας βάσει της οποίας δίδονται τα στοιχεία στους πίνακες είναι 900 m/sec. Η πραγματική αρχική ταχύτητα για μια καινούργια κάννη που βάλλει βλήμα βάρους 6,3 Kgr με πλήρη προωθητική γόμωση και θερμοκρασία προωθητικής πυρίτιδος 21°C είναι 905 m/sec.

Η αρχική ταχύτητα πρέπει να τροποποιηθεί:

- α. Για το σύνολο των βληθειών βολών (φθορά κοίλου)
- β. Για τη θερμοκρασία του χώρου αποθημεύσεως (Θερμοκρασία προωθητικής πυρίτιδος).

Η διόρθωση για το σύνολο των βληθειών βολών (φθορά κοίλου) βρίσκεται από τον πίνακα 6.3-5 και είναι αφαιρετική σύμφωνα με την σχέση:

$$905 - \Delta V_0$$

που δίνει την αρχική ταχύτητα για οποιοδήποτε σύνολο βληθειών βολών μέχρι 1.500 που είναι και το όριο ζωής της κάννης. (Από τα επακολουθήσαντα στη συνέχεια πειράματα και μετρήσεις ως κριτήριο ορίου ζωής σωλήνα πυροβόλου ΟΤΟ MELARA 76/82 έχει θεσπισθεί ο αριθμός των 1.700 βολών ή φθορά σε οποιοδήποτε σημείο του κοίλου του, βάθους μεγαλύτερου ή ίσου με 8 mm).

Ο πίνακας δίνει την πτώση αρχικής ταχύτητας συναρτήσει των ισοδύναμων βολών και αντίστροφα. Με τον όρο ισοδύναμες βολές εννοούμε τις βολές βάσει των οποίων η αρχική ταχύτητα είναι αυτή που αντιστοιχεί στην φθορά της κάννης. Εμπειρικά ο πίνακας ισχύει μόνο στην περίπτωση που οι βολές έχουν εκτελεστεί με σχετικά χαμηλή ταχυβολία, οπότε οι ισοδύναμες βολές είναι οι αυτές με τις πραγματικές. Όταν οι βολές εκτελούνται με μεγάλη ταχυβολία, η φθορά είναι μεγαλύτερη και οι ισοδύναμες βολές τότε είναι περισσότερες από τις πραγματικές γιατί η φθορά της κάννης είναι μεγαλύτερη.

Για τον λόγο αυτό πρέπει συχνά να γίνεται μέτρηση της πραγματικής αρχικής ταχύτητας του πυροβόλου με ειδικό ραντάρ Doppler. Για να εξαχθούν σωστά συμπεράσματα βάλονται 10 περίπου βολές με χαμηλή ταχυβολία (10 βολές/min). Η αρχική ταχύτητα θα είναι ο μέσος όρος των αρχικών ταχυτήτων που μετρήθηκαν σε κάθε βολή και πρέπει να αναχθεί σε θερμοκρασία προωθητικής πυρίτιδος 21°C.

Από την αρχική ταχύτητα που δίνει το ραντάρ μπορούν να ευρεθούν οι ισοδύναμες βολές με τον ίδιο πίνακα. Αν για παράδειγμα η αρχική ταχύτητα μετρήθηκε 895 m/sec με στοιχείο εισόδου στον πίνακα

$$\Delta V_0 = 905 - 895 = 10 \text{ m/sec}$$

Βρίσκουμε 560 ισοδύναμες βολές. Αν από τότε που μετρήθηκε η αρχική ταχύτητα έχουν βληθεί 40 βολές, η διόρθωση ΔV_0 θα είναι αυτή που αντιστοιχεί στις $560 + 40 = 600$ Βολές δηλαδή $\Delta V_0 = +11.9 \text{ m/sec}$ και η παρούσα αρχική ταχύτητα λόγω φθοράς κοίλου θα είναι:

$$905 - \Delta V_0 = 905 - 11.9 = 893.1 \text{ m/sec}$$

Για την διόρθωση λόγω θερμοκρασίας του χώρου αποθηκεύσεως (θερμοκρασία προωθητικής πυρίτιδος) ισχύει εμπειρικά η σχέση

$$(T - 21^\circ) \times 0.5$$

όπου T η θερμοκρασία αποθηκεύσεως. Για να βγουν περισσότερο ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με αυτή την διόρθωση λαμβάνεται ως θερμοκρασία αποθηκεύσεως ο μέσος όρος της παρούσης θερμοκρασίας, της θερμοκρασίας της χθεσινής ημέρας

και της θερμοκρασίας της προχθεσινής ημέρας. Αν για παράδειγμα ο μέσος όρος των τριών αυτών θερμοκρασιών είναι 25° , η διόρθωση θα είναι:

$$(25-21) \times 0.5 = +2 \text{ m/sec}$$

και για το πιο πάνω παράδειγμα όπου $\Delta V_o = +11,9 \text{ m/sec}$, η διορθωμένη αρχική ταχύτητα θα είναι:

$$V_o = 905 - \Delta V_o + (T-21) \times 0.5 = 905 - 11,9 + 2 = 895,1 \text{ m/sec}$$

Η διόρθωση λόγω θερμοκρασίας, πρέπει να εφαρμοστεί κατά την αντίθετο έννοια προκειμένου να εξαχθούν οι ισοδύναμες βολές από την μέτρηση αρχικής ταχύτητας με ραντάρ Doppler. Αν για παράδειγμα η αρχική ταχύτητα μετρήθηκε 890 m/sec με θερμοκρασία χώρου αποθηκεύσεως 19°C τότε με στοιχείο εισόδου στον πίνακα

$$905 - 890 - (19-21) \times 0.5 = 16 \text{ m/sec}$$

βρίσκουμε ισοδύναμες βολές 686.

Για τον υπολογισμό της αρχικής ταχύτητας παρέχεται κατωτέρω ο πίνακας 6.3-6.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΡΧΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΟΣ

Θερμοκρασία χώρου αποθηκεύσεως	ΠΡΟΧΘΕΣ ΧΘΕΣ ΣΗΜΕΡΑ	—	Ισοδύναμες βολές κατά την τελευταία μέτρηση με ραντάρ — βολές πραγματικές μετά την τε- λευταία μέτρηση —
Μέσος όρος	$T_m =$	—	Σύνολο βολών —
Διόρθωση	$(T_m - 21^{\circ}) \cdot 0.5 =$	—	Διόρθωση που αντιστοιχεί — Διόρθωση λόγω θερμοκρασίας —
			Συνολική διόρθωση —
			Αρχική ταχύτητα = $905 - \text{Συνολική διόρθωση} =$ —

(2) Εύρεση σχετικής υγρασίας

Για την εύρεση της θερμοκρασίας του αέρος και της υγρασίας, τα πλοία είναι εφοδιασμένα με θερμομέτρα υγρού και ξηρού.

Τα θερμομέτρα που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα, καλούνται θερμομέτρα ξηρού ενώ αυτά που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της υγρασιμετρικής καταστάσεως του αέρος καλούνται θερμομέτρα υγρού.

Τα τελευταία είναι καθ' όλα όμοια με τα πρώτα, με τη διαφορά ότι το δοχείο του υδράργυρου τους περιβάλλεται με λεπτό ύφασμα που διατηρείται υγρό μέσω βαμβακερού λεπτού υφάσματος που απολήγει σε μικρό δοχείο απεσταγμένου κατά προτίμηση νερού.

Η εξάτμιση από το υγρό ύφασμα επιφέρει ψύξη στο δοχείο του υδραργύρου του θερμομέτρου υγρού με αποτέλεσμα να δείχνει θερμοκρασία χαμηλότερη της του ξηρού. Είναι δε τόσο εντονότερη η εξάτμιση, όσο η θερμοκρασία του εξατμιζόμενου νερού και η ξηρότητα του αέρα είναι μεγαλύτερη.

Όταν ο αέρας είναι κεκορεσμένος όπως στην περίπτωση ομίχλης, εξάτμιση δεν συμβαίνει και διαφορά στην ένδειξη των δύο θερμομέτρων δεν παρατηρείται.

Η σχετική υγρασία για την παρατηρηθείσα θερμοκρασία ξηρού και υγρού θερμομέτρου και για την μεταξύ τους διαφορά, εξάγεται από τα πινακίδια που παρτίθεται στον πίνακα 6.3-7.

(3). Εκτίμηση Βλητικής Θερμοκρασίας

Η τιμή της Βλητικής θερμοκρασίας βάσει της οποίας δίνονται τα στοιχεία στους πίνακες βολής είναι $T_0 = 288.15^\circ\text{K}$.

Η Βλητική θερμοκρασία είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας ξηρού, της σχετικής υγρασίας, της βαρομετρικής πίεσεως και της πίεσεως των υδρατμών και δίνεται από την σχέση:

$$T = \frac{T_A}{\left[1 - 0,38 \left(\frac{r_E}{p} \right) \right]}$$

Ξηρό θερμό- μετρο °C	Διαφορά υγρού από ξηρό									
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
25	96	92	87	84	80	76	72	68	65	61
24	95	92	87	83	79	75	72	68	64	60
23	95	91	87	83	79	75	71	67	63	59
22	95	91	87	82	78	74	70	66	62	58
21	95	91	86	82	78	73	69	65	61	57
20	95	91	86	81	77	73	69	64	60	56
19	95	90	86	81	77	72	68	63	59	55
18	95	90	85	80	76	71	67	62	58	53
17	95	90	85	80	75	70	66	61	57	52
16	95	89	84	79	74	69	65	60	55	50
15	94	89	84	79	74	68	64	58	54	49
14	94	89	84	78	73	67	62	57	52	47
13	94	88	83	77	72	66	61	57	50	45
12	94	88	82	76	71	65	60	56	48	43
11	94	88	81	75	70	64	58	54	47	41
10	94	87	81	74	69	62	56	52	44	39

TA(°K)	E(mBAR)
233.15	0.13
238.15	0.23
243.15	0.38
248.15	0.64
253.15	1.03
258.15	1.66
263.15	2.86
268.15	4.21
273.15	6.11
278.15	8.72
283.15	12.27

Ξηρό θερμό- μετρο °F	Διαφορά υγρού από ξηρό												
	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
90	100	96	92	88	84	81	77	74	70	67	63	60	57
88	100	96	92	88	84	80	77	73	69	66	63	59	56
86	100	96	92	88	84	80	76	72	69	65	62	58	55
84	100	96	92	87	83	79	76	72	68	64	61	57	54
82	100	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	57	53
80	100	96	91	87	83	79	74	70	66	63	59	55	52
78	100	95	91	86	82	78	74	70	66	62	58	54	50
76	100	95	91	86	82	78	73	69	65	61	57	53	49
74	100	95	90	86	81	77	72	68	64	60	56	52	48
72	100	95	90	85	80	76	71	67	63	58	54	50	46
70	100	95	90	85	80	75	71	66	62	57	53	49	44
68	100	95	90	84	79	75	70	65	60	56	51	47	43
66	100	95	89	84	79	74	69	64	59	54	50	45	41
64	100	94	89	83	78	73	68	63	58	53	48	43	39
62	100	94	88	83	77	72	67	61	56	51	46	41	37
60	100	94	88	82	77	71	65	60	55	50	44	39	34
58	100	94	88	82	76	70	64	59	53	48	42	37	31
56	100	94	87	81	75	69	63	57	51	46	40	35	29
54	100	93	87	80	74	68	61	55	49	43	38	32	26
52	100	93	86	79	73	66	60	54	47	41	35	29	23
50	100	93	86	79	72	65	59	52	45	38	32	26	20
48	100	92	85	77	70	63	56	49	42	36	29	22	16
46	100	92	84	77	69	62	54	47	40	33	26	19	-
44	100	92	84	75	68	60	52	45	37	29	22	16	-
42	100	91	83	74	66	58	50	42	34	26	18	-	-
40	100	91	82	73	65	56	47	39	30	27	-	-	-
38	100	91	81	72	63	54	44	39	31	22	-	-	-
36	100	90	80	70	60	54	44	35	26	18	-	-	-
34	100	90	79	70	60	50	41	31	21	-	-	-	-
32	100	89	79	68	57	47	46	27	17	-	-	-	-
30	100	88	76	65	53	43	33	22	-	-	-	-	-

TA(°K)	E(mBAR)
288.15	17.04
293.15	23.37
298.15	31.67
303.15	42.41
308.15	56.22
313.15	73.75
318.15	95.82
323.15	123.35
328.15	157.40
333.15	199.17
338.15	250.17

όπου: T_A = Θερμοκρασία σε $^{\circ}\text{K}$ στην επιφάνεια της Θαλάσσης

r = Σχετική υγρασία αέρος εκτεφρασμένη σε δεκαδική μορφή

ρ = Βαρομετρική πίεση σε mbar στην επιφάνεια της θάλασσας

E = Πίεση των υδρατμών σε θερμοκρασία T_A σε mbar.

Οι τιμές E (mbar) συναρτήσει της T_A ($^{\circ}\text{K}$) δίνονται από τα πινακίδια που παρατίθενται στον πίνακα 6.3-7.

Για μετατροπές θερμοκρασίας από $^{\circ}\text{C}$ σε $^{\circ}\text{K}$ και από $^{\circ}\text{F}$ σε $^{\circ}\text{C}$ ισχύουν οι ακόλουθες σχέσεις:

$$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.15^{\circ}$$

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} \times (^{\circ}\text{F} - 32^{\circ})$$

όπου $^{\circ}\text{K}$, $^{\circ}\text{C}$ και $^{\circ}\text{F}$ θερμοκρασία σε βαθμούς Kelvin, Celcius και Fahrenheit αντίστοιχα.

Εάν η βαρομετρική πίεση δίδεται σε mm Hg τότε μετατρέπεται σε mbar με την ισοδυναμία.

$$1 \text{ mm Hg} = 1,33322 \text{ mbar}$$

Η τιμή της βαρομετρικής πίεσεως βάσει της οποίας δίδονται τα στοιχεία στους πίνακες είναι $P_0 = 1013,25 \text{ mbar}$.

(4) Βάρος Βλήματος

Η τιμή του βάρους του βλήματος βάσει της οποίας δίνονται τα στοιχεία στους πίνακες είναι 6.3 Kgr. Το σύνθηδες βλήμα φέρει δύο τετραγωνίδια ανάγλυφα. Κάθε τετραγωνίδιο συν ή πλην των δύο ανωτέρω ισοδυναμεί με μεταβολή βάρους του βλήματος κατά 0,13 Kgr.

(5) Τύπος Βλήματος

Οι πίνακες βολής αναφέρονται στον τύπο Βλήματος 76/62 MOD 79 HE(VT) με πυροσωλήνα TB 76 MOD 0, TB 76 MOD 1 και VTPA FB 16 όταν βάλλεται με πλήρη προωθητική γόμωση.

Οι πίνακες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλους συνδυασμούς τύπων βλημάτων και πυροσωλήνων αν εφαρμοστεί μία διόρθωση λόγω βλητικής ατμοσφαιρικής πίεσεως που δίδεται στον πίνακα 6.3-8.

Για τύπο Βλήματος π.χ. MOD 79 HE-PD, αν η διόρθωση στο βεληνεκές λόγω βλητικής ατμοσφαιρικής πίεσεως είναι -40 m, τότε η διόρθωση στο βεληνεκές λόγω τύπου βλήματος θα είναι:

$$1,97(-40) = -78,8 \text{ m}$$

Συνδυασμός Βλήματος/πυροσωλήνα	Ισοδύναμη διόρθωση ατμοσφ. πίεσεως
- Mod. 79 HE-PFF(VT) Projectile with TB 76 Mod. 0, TB 76 Mod. 1 VTPA FB 76 fuzes _____	-1.96%
- Mod. 79 HE (VT) Projectile with UA 3005/05 and UA 3018 fuzes _____	
- Mod. 79 HE-(PD) Projectile with OP 76 Mod. 1 fuze _____	-1.97%
- Mod. 79 TP Projectile _____	-1.40%
- Mod. 79 TP-T Projectile _____	-1.40%

Πίνακας 6.3-8: Ισοδύναμη διόρθωση ατμοσφαιρικής πίεσεως συναρτήσει συνδυασμού Βλήματος / πυροσωλήνα

ε. Παράδειγμα:

Να υπολογιστεί η γωνία αναχωρήσεως και η παρεκτροπή για να πληγεί ένας στόχος επιφανείας όταν δίδονται:

- Τύπος βλήματος 76/62
- Βάρος βλήματος

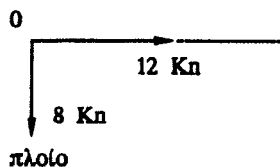
MOD 79 HE-PFF (VT)
+1 τετραγωνίδιο

- Αρχική ταχύτητα (+21°C) 903 m/sec
- Θερμοκρασία προωθητικής πυρίτιδας 23°C.

- Βαρομετρική πίεση 1004 mbar
- Θερμοκρασία ξηρού 18,4°C
- Σχετική υγρασία 78%

- Λοιπά στοιχεία κινήσεως πλοίου στόχου και ανέμου όπως φαίνονται στο σχήμα 6.3-1.

- Απόσταση στόχου 7400 m



Σχήμα 6.3-1: Στοιχεία κινήσεως πλοίου, στόχου και ανέμου για την επίλυση του προβλήματος Δ.Β.

Επίλυση

(1) Στοιχεία πινάκων Βολής

- Τύπος βλήματος MOD 79 HE(VT)
- Βάρος βλήματος 2 τετραγωνίδια = 6.3 Kgr
- Αρχική ταχύτητα 900 m/sec
- Βλητική θερμοκρασία αέρα $T_o = 288,15^\circ\text{K}$
- Βλητική ατμοσφαιρική πίεση $P_o = 1.013,25 \text{ mbar}$

(2) Υπολογισμός αρχικής ταχύτητας

$$903 + (T - 21) \times 0,5 = 903 + (23 - 21) \times 0,5 = 904 \text{ m/sec}$$

(3) Υπολογισμός βλητικής θερμοκρασίας

- $T_A = 18,4 + 273,15 = 291,55^\circ\text{K}$
- $\gamma = 0,78$
- $p = 1004 \text{ mbar}$
- $E = 21,34$ (με παρεμβολή από το σχετικό πίνακα)

$$T = \frac{T_A}{\left[1 - 0,38 \frac{\gamma E}{p}\right]} = \frac{291,55}{\left[1 - 0,38 \frac{0,78 \times 21,34}{1004}\right]} = 293,4^\circ\text{K}$$

(4) Διορθώσεις Βεληνεκούς από πίνακα F(II) για 7.400 m

Αρχικής ταχύτητας (στήλη 2 ή 3) : -9.1 m

$$(904 - 900) \times (-9.1) = -36,4 \text{ m}$$

Ανέμου στο επίπεδο βολής (στήλη 4 ή 5) : 5,3 m

$$15 \times 5,3 = 79,5 \text{ m}$$

Βλητικής Θερμοκρασίας (στήλη 6 ή 7) : -31,6 m

$$\left| \frac{293,4 - 288,15}{288,15} \times 100 \right| \times (-31,6) = -57,6 \text{ m}$$

Βλητικής ατμοσφ. πίεσεως (στήλη 8 ή 9) : -42,5 m

$$\left| \frac{1004 - 1013,25}{1013,25} \times 100 \right| \times (-42,5) = -38,8 \text{ m}$$

Τύπος βλήματος: διόρθωση 1,96%

$$1,96 \times (-38,8) = -76,0 \text{ m}$$

Βάρος βλήματος (στήλη 10 ή 11) : - 37 m

$$1 \times (-37) = -37 \text{ m}$$

Κίνηση πλοίου (στήλη 12) : 2,6 m

$$-12 \times 2,6 = -31,2 \text{ m}$$

Κίνηση στόχου (στήλη 13) : 7,9 m

$$8 \times 7,9 = 63,2 \text{ m}$$

(5) Συνολική διόρθωση Βεληνεχούς

$$-36,4 + 79,5 - 57,6 - 38,8 - 76,0 - 37,0 - 31,2 + 63,2 = -134,3 \text{ m}$$

(6) Γωνία αναχωρήσεως

Διορθωμένο βεληνεκές $7.400 - 134,3 = 7265,7 \text{ m}$

(Από τον Πίν. G, σελ. 33, στήλη 2) για 7.200 m → γωνία αναχωρήσεως $6^\circ 4'$

(Από τον Πίν. I, σελίς 22, στήλη 4) $9\text{m}/1' \rightarrow 65,7/9 = 7,3 \text{ min}$

Ζητούμενη γωνία αναχωρήσεως $6^\circ 11,3$

(7) Διορθώσεις παρεκτροπής από πίνακα F(I) για 7.400 m

Φυσικής εκτροπής (στήλη 6) : $0^\circ 9'$

$$-9'$$

Πλευρικού ανέμου (στήλη 7) : $0^\circ 2'$

$$-10 \times 2 = -20'$$

Κίνηση πλοίου (στήλη 8) : $0^\circ 1'$

$$-8 \times 1 = -8'$$

Κίνηση στόχου (στήλη 9) : 0° 3'

$$15 \times 3 = 45'$$

Συνολική διόρθωση παρεκτροπής

$$-9-20-8+45 = 8' \text{ ΔΕ}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΒΟΛΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

7.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βολή επιφανείας καλείται η εκτελούμενη βολή πυροβολικού εναντίον στόχου ευρισκόμενου στην επιφάνεια της θάλασσας.

Η αποτελεσματικότητα της βολής επιφανείας είναι προφανώς συνάρτηση πλήθους παραγόντων, όπως η ακρίβεια της βολής, το είδος του στόχου, ο τύπος των χρησιμοποιούμενων πυρομαχικών κ.λ.π.

Παρά την εξέλιξη της τεχνολογίας η βολή επιφανείας εξακολουθεί να εκτελείται κατά κανόνα από αποστάσεις εντός του πεδίου ορατότητας του βάλλοντος πλοίου, οι δε ταχύτητες των πλοίων εμπορικών και πολεμικών, εξακολουθούν γενικά να παραμένουν στα επίπεδα που ευρίσκοντο και κατά την εποχή που εμφανίστηκαν τα πρώτα ΣΔΒ πυροβολικού. Για τους λόγους αυτούς η Πυροβολική στην βολή επιφανείας εξακολουθεί να διέπεται από ορισμένες παραδοσιακές αρχές (σε αντίθεση με την Βολή Α/Α όπου η συνεχής αύξηση των ταχυτήτων και εν γένει ελλεικτικών στοιχείων των αεροσκαφών έχει δημιουργήσει νέες απαιτήσεις στην Πυροβολική).

Η επίλυση του προβλήματος ΔΒ όπως αυτό έχει αναλυτικά αναπτυχθεί στο 5^ο κεφάλαιο καλύπτει και την περίπτωση αυτή της βολής επιφανείας. Κατόπιν αυτού στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου θα αναφερθούν οι ιδιαίτερες πτυχές του προβλήματος της βολής επιφανείας καθώς επίσης και οι διάφοροι γενικοί κανόνες και αρχές που διέπουν τη βολή αυτή από το οπτικό πάντα πρίσμα της Πυροβολικής.

7.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΟΛΗΣ

Με τον όρο **“Μέθοδοι Βολής”** εννοείται γενικά στην Πυροβολική η μέθοδος ελέγχου των πυροβόλων που εκτελούν τη βολή.

Στη βολή επιφανείας υπάρχουν οι ακόλουθες δύο βασικές μέθοδοι βολής.

α. Η Αυτόματη Βολή

Κατά την αυτόματη βολή ο έλεγχος της κινήσεως των χρησιμοποιούμενων πυροβόλων γίνεται από το ΣΔΒ. Τα κύρια χαρακτηριστικά της μεθόδου αυτής είναι ότι για την επίλυση του προβλήματος ΔΒ χρησιμοποιείται υπολογιστής και τα χρησιμοποιούμενα για την βολή πυροβόλα τηρούνται συνεχώς επί της L.O.F. ανεξάρτητα της σχετικής κινήσεως βάλλοντος πλοίου-στόχου.

Ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ΣΔΒ είναι δυνατό να υπάρξουν υποπεριπτώσεις στην εν λόγω μέθοδο βολής οι οποίες προσδιορίζονται περαιτέρω με κατάλληλες περιγραφικές εκφράσεις από την ορολογία της Πυροβολικής π.χ. αυτόματη βολή με RADAR (που σημαίνει ότι τα στοιχεία θέσεως του στόχου που απαιτούνται για την επίλυση του προβλήματος ΔΒ παρέχονται από RADAR) ή αυτόματη βολή με ταύτιση ενδεικτών στα πυροβόλα (που σημαίνει ότι στα πυροβόλα μεταδίδονται αυτόματα οι διαταγές στροφής και υψώσεως και μέσω αντίστοιχων χειριστών αυτά τηρούνται συνεχώς επί της LOF με ταύτιση ενδεικτών), κλπ.

Την αυτόματη βολή την διευθύνει ο **“Αξιωματικός Διευθύνσεως Βολής”** ή Αξιωματικός ΔΒ όπως συνήθως αποκαλείται. Ο όρος αυτός έχει επικρατήσει παραδοσιακά στην Πυροβολική ανεξάρτητα του βαθμού του Διευθύνοντος την Βολή.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η μέθοδος αυτή είναι και η κύρια μέθοδος βολής επιφανείας.

β. Η Βολή Τομέως

Κατά την βολή τομέως το κάθε πυροβόλο βάλλει ανεξάρτητα εναντίον του στόχου ελεγχόμενο τοπικά και χωρίς την συνεργασία ΣΔΒ και ειδικότερα υπολογιστού για την ακριβή επίλυση του προβλήματος ΔΒ.

Κατά την εν λόγω βολή συνήθως γίνεται σκόπευση του στόχου από το πυροβόλο και μέσω της LOS και των γωνιών κλισιοσκοπιων αποκαθίσταται κατά προσέγγιση η LOF.

Την βολή τομέως την διευθύνει ένας βαθμοφόρος ο οποίος ονομάζεται **“Αξιωματικός Τομέως”**.

Θε πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι η εν λόγω μέθοδος βολής είναι για περίπτωση ανάγκης μόνο και ότι για την χρησιμοποίηση της απαιτείται ως προϋπόθεση το υπ’ όψη πυροβόλο να έχει δυνατότητα επιχειρησιακής χρησιμοποίησής του σε τοπικό έλεγχο χωρίς την χρήση ΣΔΒ γεγονός το οποίο δεν είναι πάντα εφικτό δεδομένου ότι τα σύγχρονα ιδίως πυροβόλα (όπως π.χ. το πυροβόλο ΟΤΟ-MELARA 76/62) στερούνται εκ των τεχνικών των προδιαγραφών αυτής της δυνατότητας.

7.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΚΟΠΕΥΣΕΩΣ

Με τον όρο **“Μέθοδοι Σκοπεύσεως”** εννοείται γενικά στην Πυροβολική η μέθοδος με την οποία αποκαθίσταται και διατηρείται η L.O.S. επί του στόχου.

Στην βολή επιφανείας υπάρχουν οι ακόλουθες δύο μέθοδοι σκοπεύσεως.

α. Σκόπευση με RADAR

Κατά την μέθοδο αυτή σκοπεύσεως ένα RADAR του ΣΔΒ ή RADAR συνεργαζόμενο με το ΣΔΒ ειδικών τεχνικών προδιαγραφών παρακολουθεί **“TRACK”** συνεχώς τον στόχο ή τον παρακολουθεί ενώ συγχρόνως ερευνά **“TRACK WHILE SCAN”** αποκαθιστώντας έτσι την L.O.S. Το RADAR αυτό είναι δυνατό να επιβοηθείται για την παρακολούθηση του στόχου και με άλλα ηλεκτροοπτικά συστήματα με τα οποία συνεργάζεται (όπως π.χ. LASER, IR κλπ.). Το RADAR στην περίπτωση αυτή αποτελεί το **“μάτι”** του ΣΔΒ μέσω του οποίου διατηρείται ο LOS επί του στόχου και παρέχονται συνεχώς στον υπολογιστή του ΣΔΒ τα απαιτούμενα για την επίλυση του προβλήματος ΔΒ στοιχεία της παρούσας θέσεως αυτού.

Ως υποπερίπτωση αυτής της περιπτώσεως θεωρείται η χρησιμοποίηση RADAR

το οποίο χωρίς να έχει την δυνατότητα παρακολούθησής του στόχου, μας παρέχει με ικανοποιητική ακρίβεια για την βολή επιφανείας την απόσταση και την διόπτυσή του.

β. Οπτική Σκόπευση

Κατά την οπτική σκόπευση υπάρχει χειριστής ο οποίος παρακολουθεί τον στόχο απ' ευθείας δια γυμνού οφθαλμού ή και μέσω ειδικών οπτικών συστημάτων όπως π.χ. TV, οπτικός Κ/Θ, οπτικό σκοπευτικό κλπ.

7.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΕΩΣ

Με τον όρο "Μέθοδος Πυροδοτήσεως" εννοείται γενικά στην Πυροβολική η διαδικασία πυροδοτήσεως των πυροβόλων που ελέγχονται από ένα ΣΔΒ.

Στην βολή επιφανείας υπάρχουν οι ακόλουθοι τρεις μέθοδοι πυροδοτήσεως.

α. Ταχείες Ομοβροντίες

Κατά την μέθοδο αυτή όλα τα πυροβόλα πυροδοτούνται συγχρόνως από κεντρική θέση και ο χρόνος που μεσολαβεί από την μία ομοβροντία μέχρι την επόμενη είναι μικρότερος του αντίστοιχου χρόνου πτήσεως του Βλήματος (εννοείται ότι τα πυροβόλα θα πρέπει να γεμίζουν εγκαίρως για την εκτέλεση κάθε ομοβροντίας).

β. Βραδείες Ομοβροντίες

Κατά την μέθοδο αυτή όλα τα πυροβόλα πυροδοτούνται συγχρόνως από κεντρική θέση ο δε χρόνος που μεσολαβεί από την μία ομοβροντία στην επόμενη είναι στην περίπτωση αυτή μεγαλύτερος του αντίστοιχου χρόνου πτήσεως του βλήματος. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται δυνατότητα να παρατηρηθούν οι πτώσεις κάθε ομοβροντίας και να τεθούν τυχόν διορθώσεις ΔΒ για την ακριβέστερη εκτέλεση της επόμενης κ.ο.κ.

γ. Πυροδότηση Συνεχής

Κατά την μέθοδο αυτή πυροδοτήσεως τα κυκλώματα πυροδοτήσεως παραμένουν συνεχώς ενεργοποιημένα (κλειστές οι σκανδάλες ή συνεχώς εντός το κομβίο πυροδοτήσεως ή συνεχώς πατημένο το πεντάλ πυροδοτήσεως) και κάθε πυροβόλο βάλλει ευθύς μετά την ολοκλήρωση του κύκλου γεμίσεώς του.

Κάθε μία από τις προαναφερθείσες μεθόδους πυροδοτήσεως έχει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα όπως κατωτέρω αυτά αναλύονται:

Οι ταχείες κατ' αρχή ομοβροντίες παρουσιάζουν το πλεονέκτημα σχετικής οικονομίας πυρομαχικών σε σχέση με το συνεχές πυρ και μεγαλύτερη ισχύ πυρός για την ίδια χρονική στιγμή της βολής. Λόγω της σύγχρονης επίσης πτώσεως των βλημάτων κάθε ομοβροντίας και της καλυπτόμενης σχετικά μεγάλης επιφανείας περί τον στόχο από τις πτώσεις αυτές αυξάνεται η πιθανότητα προσβολής ευέλκτου στόχου. Για τους λόγους αυτούς οι ταχείες ομοβροντίες χρησιμοποιούνται συνήθως για την καταστροφή ή γενικά εξουδετέρωση ενός στόχου κατά την βολή επιφανείας. Κατά την διαδικασία αυτή πυροδοτήσεως εφ' όσον διαπιστωθεί ανάγκη εφαρμογής διορθώσεων Δ.Β. για βελτίωση της ακρίβειας της βολής είναι δυνατό οι διορθώσεις αυτές να γίνονται ενώ η βολή συνεχίζεται κανονικά. Η συνήθης συχνότητα επίσης των ομοβροντιών στις ταχείες ομοβροντίες είναι 15 ομοβροντίες το λεπτό οι οποίες αντιστοιχούν σε περίοδο 4 sec. Είναι προφανές ότι πολλά σύγχρονα ΣΔΒ λόγω της δυνατότητας αυτόματης γεμίσεως των έχουν την δυνατότητα να βάλλουν με πολύ μεγαλύτερη συχνότητα πλην όμως η τυχόν παρατεταμένη χρήση των πυροβόλων με υψηλή ταχυβολία ως γνωστό από την εσωτερική βλητική πέρα των υψηλών φθορών στους σωλήνες είναι δυνατό να οδηγήσει σύντομα σε οριακές συνθήκες χρήσεως των πυροβόλων λόγω της αναπτυσσόμενης υψηλής θερμοκρασίας στον σωλήνα των.

Οι βραδείες ομοβροντίες παρουσιάζουν το πλεονέκτημα ότι με την πτώση των βολών κάθε μιας και εφόσον η παρατήρηση των είναι δυνατή, παρέχεται χρόνος για να προσδιοριστούν οι τυχόν απαιτούμενες διορθώσεις Δ.Β. ώστε κάθε επόμενη ομοβροντία να είναι ακριβέστερη της προηγούμενης ώστε τελικά το μέσο σημείο των πτώσεων να είναι επί του στόχου. Για τον λόγο αυτό οι βραδείες ομοβροντίες χρησιμοποιούνται κυρίως για βολή κανονισμού και για βολή καταστροφής ή εξου-

δετερώσεως στόχων επιφανείας οι οποίοι είναι ανυπεράσπιστοι ή γενικά παρέχουν τις απαιτούμενες επιχειρησιακές και τακτικές προϋποθέσεις για να αντιμετωπισθούν με τις ελάχιστες δυνατές αναλύσεις πυρομαχικών.

Το συνεχές πυρ είναι η πλέον δαπανηρή σε πυρομαχικά διαδικασία πυροδοτήσεως επειδή κατ' αυτή μηδενίζεται ο μεταξύ ολοκληρώσεως κύκλου γεμίσεως του πυροβόλου και πυροδοτήσεως του χρόνος. Η τυχόν δε παρατήρηση των πτώσεων των βολών κατά το συνεχές πυρ δεν παρέχει άμεση έννοια για την θέση του ΜΣΠ και τις απαιτούμενες διορθώσεις. Για τους προαναφερθέντας λόγους στην βολή επιφανείας η βολή κανονισμού γίνεται κατά κανόνα με βραδείες ομοβροντίες ενώ η βολή καταστροφής με ταχείες ομοβροντίες.

7.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΒΟΛΗΣ

α. Γενικά

Στην βολή επιφανείας η διαδικασία Διευθύνσεως βολής αρχίζει ουσιαστικά από την στιγμή κατά την οποία δίδεται ο στόχος στον έλεγχο οπλισμού από τον Κυβερνήτη ή τον αρμοδίως εξουσιοδοτημένο Αξιωματικό του πλοίου, και ολοκληρώνεται με την καταστροφή ή εξουδετέρωσή του.

Σε κάθε πολεμικό πλοίο και ανάλογα με τα υφιστάμενα μέσα και οργάνωση ακολουθείται η δέουσα διαδικασία μέχρις ότου το ΣΔΒ πυροβολικού που θα εκτελέσει την βολή, έλθει επί του στόχου (Αποκατασταθεί δηλαδή η LOS επ' αυτού).

Η συνεργασία του Αξιωματικού ΔΒ με τους χειριστές του ΣΔΒ και των πυροβόλων καθώς επίσης και με τις διάφορες θέσεις ελέγχου του πλοίου, γίνεται μέσω Τ/Φ με τυποποιημένες εκφράσεις, παραγγέλματα και αναφορές βάσει της αναφερόμενης στο παράρτημα "Δ" ορολογίας.

Η όλη δράση του πυροβολικού στη βολή επιφανείας διακρίνεται γενικά σε δύο φάσεις την "Βολή Κανονισμού" και την "Βολή Καταστροφής". Κατά την βολή κανονισμού επιδιώκεται γενικά ο έλεγχος της ακρίβειας της βολής και η εφαρμογή των τυχόν απαιτούμενων διορθώσεων ΔΒ ώστε το μέσο σημείο πτώσεως (Μ.Σ.Π.) κάθε ομοβροντίας να έλθει επί του στόχου. Με τον τρόπο αυτό αντι-

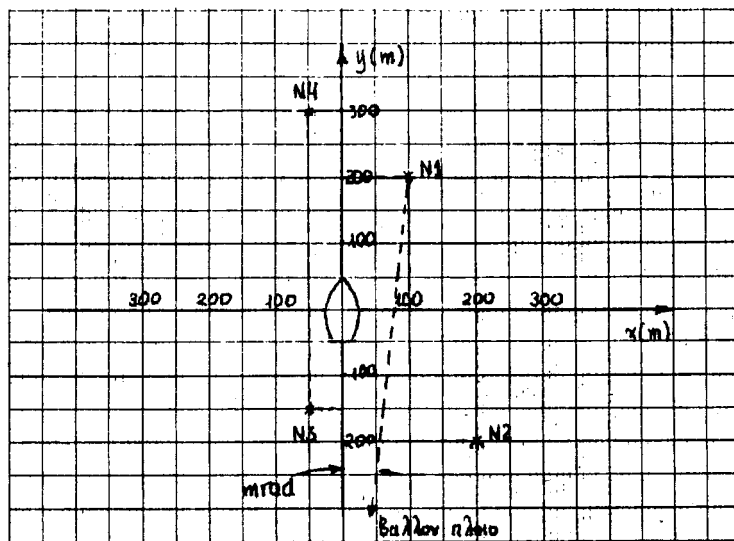
σταθμίζονται προφανώς τα τυχόν "συστηματικά σφάλματα" τα οποία παρουσιάζονται στην βολή και οφείλονται σε αίτια που θα μπορούσαν κατά κανόνα να είχαν αποφευχθεί όπως π.χ. σφάλμα στον υπολογισμό της αρχικής ταχύτητας, εσφαλμένη μετάδοση της αποστάσεως του στόχου στον υπολογιστή του ΣΔΒ, εσφαλμένος παραλληλισμός κεραίας P/E ΔΒ κ.λ.π. Κατά την βολή καταστροφής είναι φυσικό να μην πέφτουν όλες οι βολές επί του στόχου αν και έχει προηγηθεί η βολή κανονισμού εξ αιτίας των "τυχαίων σφαλμάτων" τα οποία υπεισέρχονται στην βολή και προκαλούν αστάθμητες διακυμάνσεις της τροχιάς των βλημάτων από βολή σε βολή, ανεξάρτητα αν οι βολές αυτές βάλλονται με τα ίδια στοιχεία. Τα αίτια των σφαλμάτων αυτών, που ως συνέπεια έχουν την διασπορά των πτώσεων των βολών μιας ομοβροντίας ακόμα και στην περίπτωση που ο παραλληλισμός των πυροβόλων είναι άριστος, μπορεί να είναι πολλά όπως μικρή διακύμανση στα βάρη των προωθητικών πυριτίδων, μικρή διακύμανση στα βάρη των βλημάτων, τοπική διακύμανση των στοιχείων του ανέμου κατά τη διάρκεια της βολής κλπ.

β. Εφαρμογή Διορθώσεων Δ.Β.

Τα σφάλματα των πτώσεων των βολών κατά την βολή επιφανείας καθώς επίσης και οι αντίστοιχες διορθώσεις Δ.Β. που απαιτούνται για την αντιστάθμιση των, αναφέρονται σ' ένα σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων, όπως στο σχήμα 7.5-1 φαίνεται στο οποίο η αρχή των αξόνων συμπίπτει με τον στόχο, ο άξονας των τετμημένων x είναι κάθετος στην L.O.S. και επί της επιφάνειας της θάλασσας και ο άξονας των τεταγμένων y συμπίπτει με την L.O.S.

Το σφάλμα των πτώσεων των βολών κατά την κατεύθυνση του άξονα του x καλείται σφάλμα κατά "παρεκτροπή" και μετράται σε μέτρα (m) ή γάρδες (yds) ή σε χιλιοστά ακτινίου (mrad). Στην περίπτωση επίσης που η πτώση ενός βλήματος είναι δεξιά του στόχου όπως αυτός φαίνεται από το βάλλον πλοίο τότε αυτή χαρακτηρίζεται "δεξιά" (συντετμημένα συμβολίζεται ΔΕ) ενώ στην αντίθετη περίπτωση "αριστερά" (και συμβολίζεται ΑΡ). Η πτώση π.χ. No 1 είναι ΔΕ 100 m ή ΔΕ 109 yds περίπου όπως προκύπτει δια μετατροπής των m σε yds. Βάσει της μεταξύ των σχέσεως. Για να μετατραπεί το ως άνω γραμμικό μέγεθος παρεκτροπής σε γωνιακό και να μετρηθεί σε mrad είναι απαραίτητο να ληφθεί υπ' όψη η απόσταση στόχου (θεωρητικά βέβαια για την εν λόγω μετατροπή θα πρέπει να

χρησιμοποιηθεί η απόσταση της συγκεκριμένης πτώσεως βολής). Τότε κάνοντας



Σχήμα 7.5-1: Εφαρμογή Διορθώσεων Δ.Β.

χρήση του κανόνα ότι 1 m στα 1.000 m (ή 1 yds στις 1.000 y) υποτείνεται σε γωνία ενός mrad, εύκολα μετατρέπεται μία γραμμική παρεκτροπή σε γωνιακή. Αν για παράδειγμα η απόσταση για την No 1 βολή είναι 8.000 m τότε και η βολή αυτή είναι ΔΕ 12,5 mrad (100:8). Η No 2 βολή αντίστοιχα είναι ΔΕ 200 m, η No 3 Βολή AR 50 και η No 4 AR 50 επίσης. Η μονάδα τελικά που θα χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της παρεκτροπής εξαρτάται από τις μονάδες με τις οποίες εισάγονται στο ΣΔΒ οι αντίστοιχες διορθώσεις ΔΒ οι οποίες προφανώς θα έχουν αντίθετη φορά. Για να αντισταθμιστεί λοιπόν το σφάλμα παρεκτροπής της No 1 βολής απαιτείται εισαγωγή στο ΣΔΒ διορθώσεως AP 100 m κ.ο.κ.

Ανωτέρω αναλύθηκε η έννοια του σφάλματος της βολής κατά παρεκτροπή και της αντίστοιχα απαιτούμενης διορθώσεως για την αντιστάθμισή του, αναφερόμενη όμως σε μία συγκεκριμένη πτώση. Σε περίπτωση που έχουμε βολή ομοβροντίας και σύγχρονες πτώσεις δύο ή περισσότερων βλημάτων τότε θα πρέπει με εμπειρικές κυρίως διαδικασίες να εκτιμηθεί από τον Αξιωματικό ΔΒ (ή τον παρατηρητή των πτώσεων) το σφάλμα παρεκτροπής του Μ.Σ.Π. και να δοθεί η αντιστοιχούσα σ' αυτό διόρθωση για να εισαχθεί στο ΣΔΒ.

Στην πράξη η βολής μιας ομοβροντίας θεωρείται από άποψη πα-

ρεκτροπής ικανοποιητική όταν όλες οι πτώσεις είναι κατά παρεκτροπή επί του στόχου ή περιβάλλουν αυτόν.

Το σφάλμα των πτώσεων των βολών θα πρέπει επίσης να εξεταστεί και ως προς την κατεύθυνση του άξονα των τεταγμένων (y). Το σφάλμα κατά την έννοια αυτή καλείται "σφάλμα κατ' απόσταση" και μετριέται σε μέτρα (m) ή γάρδες (yds) και η κατεύθυνση του σε σχέση με την αρχή των αξόνων (θέση στόχου) χαρακτηρίζεται ως "ΑΝΩ" αν είναι πίσω από τον στόχο όπως ούτος φαίνεται από το βάλλον πλοίο ή "ΚΑΤΩ" αν είναι μπροστά απ' αυτόν. Κατά τον τρόπο αυτό στο σχήμα 7.5-1 η πτώση No 1 είναι ΑΝΩ 200 m, η No 2 ΚΑΤΩ 200 m, η No 3 ΚΑΤΩ 150 m και η No 4 ΑΝΩ 300 m. Είναι προφανές ότι για ν' αντισταθμιστεί ένα σφάλμα κατ' απόσταση θα πρέπει να εισαχθεί στο ΣΔΒ μία αντίθετη διορθώση. Έτσι οι διορθώσεις τελικά που θα πρέπει να δοθούν για την πτώση No 1 του σχήματος 7.5-1 είναι ΑΡ 100 ΚΑΤΩ 200, για την πτώση No 2 ΑΡ 200 ΑΝΩ 200 κ.ο.κ.

Εάν πρόκειται για ομοβροντία πτώσεων τότε θα πρέπει το εν λόγω σφάλμα κατ' απόσταση (όπως και κατά παρεκτροπή) να προσδιοριστεί ως προς το Μ.Σ.Π. Στην πράξη η βολή μιας ομοβροντίας θεωρείται από την άποψη ακρίβειας κατ' απόσταση ικανοποιητική όταν όλες οι πτώσεις είναι επί του στόχου ή όταν επιτυγχάνεται περιβολή αυτού.

γ. Διεύθυνση Βολής

Όπως έχει προαναφερθεί την βολή επιφανείας την διευθύνει ο Αξιωματικός ΔΒ από μία θέση η οποία κατά κανόνα του παρέχει την δυνατότητα να έχει άμεση αντίληψη των τυχόν σφαλμάτων των πτώσεων των βολών ώστε με σχετική ταχύτητα και ακρίβεια να μπορεί να δίδει τις εκάστοτε απαιτούμενες διορθώσεις ΔΒ.

Ευθύς ως ανατεθεί στον Αξιωματικό ΔΒ η εξουδετέρωση/καταστροφή ενός στόχου επιφανείας θα πρέπει αυτός κατ' αρχή να εξασφαλίσει με κατάλληλο συντονισμό των διατιθέμενων μέσων τον εντοπισμό και παρακολούθηση του στόχου από το ΣΔΒ που διευθύνει.

Μετά την έναρξη παρακολούθησής του στόχου και έχοντας επιλυθεί το πρόβλημα ΔΒ τα πυροβόλα έρχονται επί του στόχου (έρχονται επί της LOF) και αρχίζει η βολή κανονισμού.

Στην βολή κανονισμού μετέχουν όλα τα πυροβόλα του ΣΔΒ. Κατ' αυτή βάλλονται διαδοχικές βραδείες ομοβροντίες μετά από κάθε μία των οποίων γίνεται παρατήρηση των πτώσεων και εφαρμογή των κατάλληλων διορθώσεων ΔΒ ώστε το μέσο σημείο των πτώσεων να έλθει επί του στόχου. Η βολή κανονισμού από το οπτικό πρίσμα της Πυροβολικής θεωρείται επιτυχής όταν ολοκληρωθεί με βολή μέχρι τριών ομοβροντιών. Η διάρκεια γενικά της βολής κανονισμού εξαρτάται κατά πολύ από την εμπειρία του Αξιωματικού ΔΒ και από την δυνατότητα/ικανότητα αυτού να προσδιορίζει τις κατάλληλες διορθώσεις ΔΒ. Η διάρκεια γενικά της διαδικασίας της βολής κανονισμού καθώς επίσης και ο αριθμός των ομοβροντιών που απαιτούνται κατά την εν λόγω διαδικασία είναι συνάρτηση και της αποστάσεως του στόχου. Έτσι σε αποστάσεις μέχρι το 1/3 του μέγιστου βεληνεκούς των πυροβόλων μία μόνο ομοβροντία για βολή κανονισμού είναι αρκετή ενώ για μεγαλύτερες αποστάσεις μέχρι τα 2/3 του μέγιστου βεληνεκούς των πυροβόλων, μέχρι τρεις ομοβροντίες απαιτούνται συνήθως. Για μεγαλύτερες ακόμα αποστάσεις μέχρι του μέγιστου βεληνεκούς των πυροβόλων ενδεχομένως ν' απαιτηθούν και περισσότερες από τρεις ομοβροντίες.

Μετά την βολή κανονισμού κατά την οποία έχει εξασφαλιστεί η επιθυμητή ακρίβεια των βολών, ακολουθεί η βολή καταστροφής σε ταχείες ομοβροντίες. Κατά την διάρκεια αυτών ο Αξιωματικός ΔΒ βρίσκεται σε μία συνεχή ετοιμότητα είτε να φέρει περαιτέρω διορθώσεις ΔΒ. ανάλογα με την παρατηρούμενη ακρίβεια της βολής χωρίς να διακόψει την εκτέλεση της βολής των ταχείων ομοβροντιών είτε να διακόψει την βολή εφόσον διαπιστώσει ότι η αποστολή ολοκληρώθηκε.

Η βολή καταστροφής συνίσταται συνήθως σε ταχείες ομοβροντίες που βάλλονται ανά 4 sec η μία μετά την άλλη. Η ταχυβολία γενικά αυτών επιλέγεται κατά περίπτωση σε συνάρτηση τεχνικών και επιχειρησιακών παραγόντων.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι ο Αξιωματικός ΔΒ ευρίσκεται σε συνεχή ετοιμότητα κατά την διάρκεια της βολής για να επέμβει και να διακόψει αυτή όταν λόγοι ασφαλείας το επιβάλλουν π.χ. τα πυροβόλα είναι εστραμμένα προς

εσφαλμένη διεύθυνση ή στην LOF παρεμβάλλεται φίλιος στόχος κλπ.

Ιδιαίτερα κατά τα εκπαιδευτικά πυρά επιφανείας εν καιρώ ειρήνης η βολή θα πρέπει να διακόπτεται δια λόγους ασφαλείας όταν:

- (1) Μεταξύ των κατακόρυφων επιπέδων που διέρχονται από το βάλλον πλοίο και κείνται 10° εκατέρωθεν του επιπέδου βολής υπάρχει άλλος στόχος επιφανείας και μέχρι της αποστάσεως του μεγίστου βεληνεούς των πυροβόλων ηυξημένης κατά 2.000 m.
- (2) Υπάρχει στόχος αέρος που κινείται μέσα στον τομέα που ορίζουν τα δύο προαναφερθέντα κατακόρυφα επίπεδα (τομέας 20°) ή όταν στόχος αέρος κινείται στο πεδίο βολής κατά τρόπο που να προσεγγίζει τον εν λόγω τομέα.

7.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΒΟΛΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

Η βολή επιφανείας σε σύγκριση με τα άλλα είδη βολών παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα για ανάλυση επειδή η παρατήρηση των πτώσεων είναι δυνατό να γίνεται με σχετική ευχέρεια.

Για την εν λόγω ανάλυση παρέχονται τα ακόλουθα επιβοηθητικά στοιχεία.

α. Σφάλμα κατ' απόσταση

Στην περίπτωση αυτή διακρίνονται οι ακόλουθες υποπεριπτώσεις για τις οποίες αναφέρονται κατ' αντιστοιχία τα πιθανά αίτια.

(1) Σφάλμα κατ' απόσταση προς κάθε διόπτρευση και ανάλογο της αποστάσεως του στόχου

Το σφάλμα αυτό πιθανώς οφείλεται σε εσφαλμένη τιμή αρχικής ταχύτητας πυροβόλων ή τιμή βλητικού ανέμου όπως αυτές οι τιμές χρησιμοποιούνται από τον υπολογιστή του ΣΔΒ για την επίλυση του προβλήματος ΔΒ επιφανείας.

(2) Σφάλμα κατ' απόσταση σταθερό προς όλες τις αποστάσεις του στόχου

Στην εν λόγω περίπτωση το πιθανό αίτιο είναι η ύπαρξη σταθερού σφάλματος στην μέτρηση της παρούσας αποστάσεως του στόχου από το ραντάρ ΔΒ (ή το χρησιμοποιούμενο γενικά αισθητήριο στοιχείο του ΣΔΒ) ή σφάλμα σταθερό στην μετάδοση της ως άνω αποστάσεως στον υπολογιστή του ΣΔΒ για την επίλυση του προβλήματος ΔΒ.

(3) Σφάλμα κατ' απόσταση μεταβαλλόμενο αντιστρόφως ανάλογα προς την απόσταση του στόχου

Το πιθανό αίτιο σφάλματος στην εν λόγω περίπτωση είναι ύπαρξη σφάλματος παραλληλισμού καθ' ύψωση στο χρησιμοποιούμενο πυροβόλο ή η εσφαλμένη μετάδοση της τιμής προνευστασμού (Level) της LOS από τον σταθμιστήρα του Σ.Δ.Β.

β. Σφάλμα κατά διόπτρευση

Στην περίπτωση σφάλματος κατά διόπτρευση διακρίνονται οι ακόλουθες υποπεριπτώσεις:

(1) Σφάλμα κατά διόπτρευση μεταβαλλόμενο συναρτήσει της διοπτρεύσεως

Τα πιθανά αίτια του σφάλματος στην περίπτωση αυτή είναι σφάλμα στον υπολογισμό ή την μετάδοση της οριζόντιας παραλλάξεως Ph ή κατά τον έλεγχο παραλληλισμού του ΣΔΒ προ των πυρών δεν ελήφθει υπ' όψη η οριζόντια παραλλαγή Ph.

(2) Σφάλμα κατά διόπτρευση ανεξάρτητα από την διόπτρευση του στόχου

Τα πιθανά αίτια του σφάλματος αυτού είναι σφάλμα στα στοιχεία από τα οποία υπολογίζεται η διαταγή στροφής του πυροβόλου B' γι ή σφάλμα στην γυροπυξίδα σε ότι αφορά ακρίβεια παροχής πορείας πλοίου Co.

(3) Σφάλμα κατά διόπτρευση αυξανόμενο με αύξηση της αποστάσεως

Τα αίτια στην περίπτωση αυτή μπορεί να είναι σφάλμα παραλληλισμού των πυροβόλων κατά στροφή ή σταθερό σφάλμα υπολογισμού των $B'gr$ ή Ph ή τέλος σφάλμα στον υπολογισμό του Βλητικού ανέμου.

γ. Σφάλμα κατά διασπορά

Πριν γίνει αναφορά σε σφάλματα διασποράς και τα πιθανά των αίτια, θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι το μέγεθος της διασποράς γενικά των βολών ενός ΣΔΒ είναι βασικά συνάρτηση του αριθμού των χρησιμοποιούμενων καθ' ομοβροντίες πυροβόλων, του διαμετρήματος των και της αποστάσεως του στόχου. (Για παράδειγμα η αποδεκτή διασπορά ΣΔΒ που ελέγχει πυροβόλα 5" είναι κατ' απόσταση $0,9\% \pm 0,4\%$ και κατά διόπτρευση $0,03\% \pm 0,01\%$ της μέλουσας αποστάσεως του στόχου για ομοβροντίες με 3 πυροβόλα ή $1,4\% \pm 0,6\%$ και $0,25\% \pm 0,15\%$ αντίστοιχα για ομοβροντίες με 6 πυροβόλα).

Η διασπορά των βολών μιας ομοβροντίας πέρα των αποδεκτών από την άποψη της πυροβολικής ορίων αποτελεί σφάλμα κατά διασπορά και τα πιθανά αυτού αίτια είναι δυνατό να είναι τα ακόλουθα:

(1) Η διασπορά ελαττώνεται αυξανόμενης της αποστάσεως

Πιθανό αίτιο στην περίπτωση αυτή είναι έλλειψη παραλληλισμού μεταξύ σωλήνων δίδυμων πύργων.

(2) Η διασπορά αυξάνει αυξανόμενης της αποστάσεως

Τα πιθανά αίτια στην περίπτωση αυτή είναι μεγάλες αποκλίσεις στις μεταξύ των σωλήνων των πυροβόλων φθορές κοίλου η χρησιμοποίηση προωθητικών πυριτίδων με ποικιλία τύπων ή και βάρους ή και θερμοκρασίας.

(3) Η διασπορά μεταβάλλεται συναρτήσει της διοπτρεύσεως

Τα πιθανά αίτια στην περίπτωση αυτή έχουν σχέση με εσφαλμένες μετρήσεις καθιζήσεως ή εσφαλμένες τοποθετήσεις στους διορθωτές καθιζήσεως ή και εσφαλμένη λειτουργία αυτών.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 7-1: Με ποίας μεθόδους σκοπεύσεως συνδιάζεται η αυτόματη βολή;
- 7-2: Με ποίας μεθόδους βολής συνδιάζεται η οπτική σκόπευση;
- 7-3: Αναφέρατε μία περίπτωση οπτικού Κ/Θ ΣΔΒ ο οποίος εκτελεί την επίλυση του προβλήματος ΔΒ επιφανείας.
- 7-4: Αναφέρατε την μέθοδο πυροδοτήσεως την οποία θα κρίνατε αποτελεσματικότερη για περίπτωση βολής καταστροφής εναντίον στόχου επιφανείας ευρισκομένου στο μέγιστο δραστικό βεληνεκές των διατιθέμενων πυροβόλων 5", όταν ο στόχος είναι εχθρική φρεγάτα χαρακτηρισμένη ως απειλή πρώτης προτεραιότητας.
- 7-5: Αναφέρατε μία περίπτωση κατά την οποία θα απαιτηθεί εκτέλεση βολής τομέως.
- 7-6: Ποιά διαφορά υπάρχει μεταξύ των εννοιών σκόπευση και παρακολούθηση ενός στόχου;
- 7-7: Αναφέρατε περίπτωση οπτικής σκοπεύσεως στην βολή επιφανείας.
- 7-8: Από ποιούς παράγοντες εξαρτάται στην πράξη η ταχυβολία των πυροβόλων κατά την βολή ταχείων ομοβροντιών.
- 7-9: Ποιά πλεονεκτήματα παρουσιάζουν οι ταχείες ομοβροντίες σε σχέση με το συνεχές πυρ;
- 7-10: Αν κατά την διάρκεια βολής κανονισμού δεν φαίνονται οι πτώσεις των βολών σε τι ενέργειες θα προβεί ο Αξιωματικός Δ.Β.;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΒΟΛΗ ΑΝΤΙΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗ Η Α/Α

8.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βολή αντιαεροπορική η Α/Α όπως συνήθως αυτή αποκαλείται είναι η βολή που προαγματοποιείται εναντίον ενός στόχου αέρος. Ο στόχος αυτός μπορεί να είναι ένα αεροσκάφος, ένα ελικόπτερο, ένα κατευθυνόμενο βλήμα εν πτήσει στην ατμόσφαιρα, μία πύπτουσα βόμβα, κ.ά.

Η βολή Α/Α αναπτύχθηκε από την εποχή του Α΄ παγκοσμίου πολέμου και στη συνέχεια υπέστη μία αλματώδη εξέλιξη παρακολουθώντας την εξέλιξη της τεχνολογίας και της Α/Α απειλής.

Από την εμφάνιση της η βολή Α/Α παρουσίασε ορισμένες ιδιαιτερότητες σε σχέση με τα άλλα είδη βολών, λόγω των υψηλών της απαιτήσεων στην ταχύτητα αντιδράσεως, ακρίβεια βολής και ταχυβολία. Τα στοιχεία αυτά οδήγησαν σταδιακά σε μία σημαντική εξέλιξη των πυροβόλων και των ΣΔΒ και κατ' επέκταση της πυροβολικής.

Τα σύγχρονα πυροβόλα και ΣΔΒ που προορίζονται για βολή Α/Α είναι πλήρως αυτοματοποιημένα και η συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα έχει περιοριστεί σημαντικά. Ουσιαστικά ο ανθρώπινος παράγων έχει μετατοπιστεί από το προσκήνιο το επιχειρησιακό/χειριστικό στο παρασκήνιο της μεθοδευμένης συνεχούς και εντατικής διοικητικής μέριμνας που απαιτούν τα εν λόγω όπλα και συστήματα υπό την έννοια του ελέγχου, δοκιμών και συντηρήσεως, προκειμένου να παραμένει σε υψηλά επίπεδα η επιχειρησιακή των διαθεσιμότητα.

Θα μπορούσε επίσης χωρίς υπερβολή να λεχθεί ότι το κρίσιμο σημείο της βολής Α/Α έγκειται ουσιαστικά στον έγκαιρο εντοπισμό και παρακολούθηση του στόχου παρά στην εκτέλεση της βολής Α/Α για την καταστροφή/εξουδετέρωση του

η οποία είναι μία σχετικά απλή και εύκολη διαδικασία λόγω του παράγοντος αυτοματισμού.

Η ανάλυση του προβλήματος διευθύνσεως της βολής A/A από θεωρητικής απόψεως έχει πλήρως καλυφθεί στο κεφάλαιο 5. Για τον λόγο αυτό στο παρόν κεφάλαιο θα αναφερθούν ορισμένες ιδιαίτερες πτυχές της βολής αυτής.

Λόγω της σχετικά υψηλής ταχύτητας των εναέριων στόχων και της κινήσεώς των σε τρεις διαστάσεις, η επίλυση του προβλήματος βολής που ως γνωστό προϋποθέτει αποκατάσταση και διατήρηση της LOS είναι ένα αρκετά πολύπλοκο πρόβλημα από τεχνικής απόψεως. Το πρόβλημα αυτό πλέον έχει αντιμετωπιστεί επιτυχώς τόσο με τα τέλεια συστήματα σταθμίσεως που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια και τα οποία εξουδετερώνουν πλήρως την επίδραση της κινήσεως του πλοίου στην L.O.S. όσο και με τέλεια ταχυμετρικά συστήματα με τα οποία παρακολουθείται η κίνηση του εναέριου στόχου στον χώρο με απόλυτη ακρίβεια διατηρούμενης έτσι της L.O.S. συνεχώς και ακριβώς "επί" του στόχου.

Στην βολή A/A επίσης υπάρχει ιδιαίτερη απαίτηση για τον ακριβή υπολογισμό της διαιρέσεως πυροσωλήνα F για την ακριβή ρύθμιση των εγκαίροφλέγων πυροσωλήνων που τυχόν θα χρησιμοποιηθούν στη βολή.

8.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΟΛΗΣ

Στην βολή A/A διακρίνουμε αντίστοιχα όπως και στην περίπτωση της βολής επιφανείας δύο μεθόδους Βολής. Την "αυτόματη βολή" η οποία είναι και η κύρια μέθοδος και την "βολή τομέως" η οποία είναι μέθοδος ανάγκης ή δευτερεύουσα.

Για την βολή τομέως ιδιαίτερα θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο τηλεχειρισμός του πυροβόλου μέσω ενός οπτικού σκοπευτικού τόσο για τον έλεγχο της κινήσεώς του όσο και για τον έλεγχο της πυροδοτήσεώς του, δημιουργούν προϋποθέσεις για πλέον ρεαλιστική και αποτελεσματική A/A βολή λαμβανομένων υπ' όψη των υψηλών ταχυτήτων στόχου που κατά κανόνα παρατηρούμε στην A/A βολή. Στα πυροβόλα A/A μικρού διαμετρήματος που ελέγχονται από ένα χειριστή δεν υπάρχει βέβαια τέτοια απαίτηση.

8.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΚΟΠΕΥΣΕΩΣ

Στην βολή Α/Α όπως και στην βολή επιφανείας υπάρχουν επίσης δύο αντίστοιχες μέθοδοι σκοπεύσεως η "σκόπευση με ραντάρ" που είναι και η κύρια μέθοδος σκοπεύσεως και η "οπτική σκόπευση" η οποία είναι ανάγκης ή εναλλακτική ή δευτερεύουσα. Στα προαναφερθέντα βέβαια πυροβόλα μικρού διαμετρήματος, η μέθοδος αυτή είναι κατά κανόνα η μοναδική και κύρια μέθοδος σκοπεύσεώς των.

8.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΕΩΣ

Στην βολή Α/Α διακρίνουμε μία μόνο μέθοδο πυροδοτήσεως την "πυροδότηση συνεχής" (ή συνεχές πυρ όπως επίσης αποκαλείται).

Η μέθοδος αυτή έχει ήδη περιγραφεί στο προηγούμενο κεφάλαιο στην βολή επιφανείας. Μία επί μέρους υποπερίπτωση της μεθόδου αυτής είναι η "πυροδότηση κατά ριπάς" κατά την οποία τα κυκλώματα πυροδοτήσεως ανοίγουν περιοδικά, προκειμένου να επιτυγχάνεται κάποια οικονομία πυρομαχικών ή και να ελέγχεται ενδιάμεσα το αποτέλεσμα της βολής ή και για τεχνικούς λόγους όπως για αποφυγή υπερθερμάνσεως των σωλήνων των πυροβόλων.

8.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΟΛΗΣ

Την Βολή Α/Α όπως και στην περίπτωση της βολής επιφανείας, την διευθύνει ο Αξιωματικός ΔΒ ο οποίος βρίσκεται σε θέση από την οποία κατά κανόνα έχει άμεση αντίληψη του στόχου και των αποτελεσμάτων της βολής.

Όταν το ΣΔΒ είναι επανδρωμένο για βολή Α/Α και ανατεθεί στον Αξιωματικό ΔΒ η προσβολή ενός στόχου αέρος (βάσει εντολής που λαμβάνει αρμοδίως στο πλοίο ή ενεργώντας σύμφωνα με το υφιστάμενο δόγμα πυροβολικού), αυτός ουσιαστικά εκτελεί όλους τους απαιτούμενους χειρισμούς για την εκτέλεση της βολής οι οποίοι κυρίως συνίστανται εις την απόκτηση του στόχου από το ΣΔΒ και έναρξη παρακολουθήσεως του, και την πυροδότηση των πυροβόλων τα οποία ευθύς με την έναρξη παρακολουθήσεως του στόχου, μεταπίπτουν σε αυτόματο έλεγχο από το ΣΔΒ.

Λόγω της συνήθους ταχύτητας με την οποία εξελίσσονται τα πυρά A/A δεν εκτελείται βολή κανονισμού διότι αφ' ενός μεν πρακτικά τούτο δεν είναι εφικτό, αφ' ετέρου δε στα πλείστα των ΣΔΒ δεν είναι τεχνικά δυνατή η τοποθέτηση διορθώσεων ΔΒ. Στην βολή λοιπόν A/A διακρίνουμε μία μόνο φάση, την βολή καταστροφής, και η οποία κατά κανόνα εκτελείται με μέθοδο πυροδοτήσεως "συνεχούς πυρός" με την μέγιστη δυνατή ταχυβολία. Η βολή διακόπτεται από τον Αξιωματικό ΔΒ όταν ο στόχος καταστραφεί ή όταν τούτο επιβληθεί για τεχνικούς ή τακτικούς λόγους, π.χ. διακοπή παρακολουθήσεως του στόχου από το ραντάρ ΔΒ του ΣΔΒ ή στην LOF έχει παρεμβληθεί φίλιος στόχος κλπ.

Στις περιπτώσεις εκπαιδευτικών πυρών A/A θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται αυξημένα μέτρα ασφαλείας και η βολή να διακόπτεται ή να μην εκτελείται εφ' όσον στην περιοχή υπάρχουν στόχοι επιφανείας 90° εκατέρωθεν του επιπέδου βολής και σε απόσταση περίξ του βάλλοντος πλοίου ίση με το μέγιστο βεληνεκές των πυροβόλων αυξημένο κατά 2.000 m ή στόχοι αέρος ευρισκόμενοι εντός της προαναφερθείσης περιοχής ή εκτός αυτής προσεγγίζοντες.

8.6. ΒΟΛΗ A/A ΣΕ ΕΓΓΥΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΒΛΗΜΑΤΙΚΗ ΑΜΥΝΑ

Το πρόβλημα της βολής A/A σε εγγύς αποστάσεις, αποτελεί μία υποπερίπτωση στην βολή A/A με πτυχές όμως ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για την πυροβολική. Για τον λόγο αυτό κρίθηκε σκόπιμη η ανάλυση του και ο συσχετισμός του με την αντιβληματική άμυνα όπου κατά κανόνα τούτο εκφράζεται πλέον συγκεκριμένα και έντονα.

Ο όρος "εγγύς απόσταση" γενικά θα μπορούσε να καθοριστεί ως η απόσταση εκείνη στην οποία οριακά επιτυγχάνεται η αντιμετώπιση του στόχου δια του πυροβολικού πριν αυτός προσβάλλει τον στόχο του. Η απόσταση αυτή συνήθως θεωρείται ότι εκτείνεται μέχρι τις 3.000 m από το βάλλον πλοίο.

Ο όρος επίσης "αντιβληματική βολή", σημαίνει την εκτελούμενη A/A βολή για την αντιμετώπιση της απειλής επερχόμενου Κ/Β. Αναλυτικότερα στην βολή αυτή η οποία προς διάκριση με άλλες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τον

ίδιο σκοπό (π.χ. ηλεκτρονικά αντίμετρα κ.λ.π.) καλείται και **"hard kill"**, αντιστοιχούν δύο διαφορετικά δόγματα στην πυροβολική. Το πρώτο το οποίο καλείται και **"control kill"** αποβλέπει στην αντιμετώπιση της απειλής με πρόκληση μηχανικής βλάβης σε σύστημα ελέγχου πτήσεως του Κ/Β ώστε τούτο να εκτραπεί της τροχιάς του και να μην πλήξει τον στόχο του. Το δεύτερο αντίθετα αποβλέπει στην προσβολή του κώνου μάχης και την έκρηξη του, **"warhead kill"** με συνέπεια την καταστροφή του Κ/Β.

Κάθε ένα από τα δύο αυτά δόγματα έχει την ανάγκη καταλλήλων βλημάτων για να επιτευχθεί το αντίστοιχα επιδιωκόμενο αποτέλεσμα επί του στόχου, χωρίς να αποκλείεται βέβαια η σπάνια περίπτωση κατά την οποία είναι δυνατό υπό ορισμένες προϋποθέσεις ένα βλήμα πυροβολικού κατασκευασμένο για την μία περίπτωση, να δράσει αποτελεσματικά για την άλλη.

Καθώς ένας στόχος Α/Α ή ειδικότερα ένα Κ/Β επιτυγχάνει να διαπεράσει τις διάφορες ζώνες της Α/Α άμυνας και να ευρεθεί **"εγγύς"** του στόχου του είναι πλέον σαφές ότι για την αντιμετώπισή του απαιτούνται ΣΔΒ πυροβολικού με ιδιαίτερες επιχειρησιακές και τεχνικές αρετές, ονομαζόμενα **"οπλικά συστήματα εγγύς υποστηρίξεως"** (Close In Weapon Systems ή συντετμημένα CIWS).

Κατόπιν των ανωτέρω παρατίθενται στη συνέχεια ορισμένα θέματα Πυροβολικής ιδιαιτέρου ενδιαφέροντος για την Α/Α βολή σε εγγύς αποστάσεις και την αντιβληματική άμυνα.

α. Ταχύτητα αντιδράσεως

Για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της Α/Α απειλής σε εγγύς αποστάσεις, τα ΣΔΒ πυροβολικού πρέπει να είναι απαλλαγμένα από τυχόν εξάρτηση χειριστού ή μεσολάβηση της ανθρώπινης σκέψεως. Η ανάγκη αυτή οδήγησε σε ΣΔΒ πλήρως αυτοματοποιημένα στα οποία η όλη διαδικασία βολής γίνεται χωρίς τη μεσολάβηση του ανθρώπινου παράγοντα. Συνήθως η εν λόγω μεσολάβηση είναι δυνατή σε εναλλακτικές μεθόδους ελέγχου των συστημάτων αυτών.

Ο ως άνω πλήρης αυτοματισμός είναι μία σοβαρή εξέλιξη στην Πυροβολική αν ληφθεί υπ' όψη η γνωστή παραδοσιακή συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα σε ρόλο ενεργό και καθοριστικό στη βολή.

β. Ελάχιστη απόσταση εξουδετερώσεως της απειλής

Ως γνωστό ένας εναέριος στόχος που θα προσβληθεί από το πυροβολικό θα συνεχίσει περαιτέρω την κίνησή του στον χώρο βάσει των νόμων της φυσικής. Υπό τις συνθήκες αυτές από κάποια απόσταση και μετά η τυχόν προσβολή του από τα Α/Α πυρά δεν μπορεί να μεταβάλλει το αποτέλεσμα, δηλαδή ο στόχος (εφ' όσον βέβαια δεν καταστραφεί ολοσχερώς) και μετά την προσβολή του δεν θα μπορέσει να εκτραπεί αρκετά της τροχιάς του ώστε να μην καταπέσει στον δικό του στόχο.

Η εν λόγω ελάχιστη απόσταση για την ικανοποιητική απόκλιση του Α/Α στόχου από την τροχιά του ώστε να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά η εξ αυτού προερχόμενη απειλή, είναι επίσης συνάρτηση του μεγέθους και του είδους της βλάβης που προκαλούν σε αυτόν τα Α/Α πυρά, το σχήμα και η μάζα του, το μέγεθος και η ταχύτητα του πλοίου εναντίον του οποίου κινείται κ.λ.π. Στην αντιβληματική άμυνα δε, ένας ακόμα παράγοντας ο οποίος θα πρέπει να λαμβάνεται επί του θέματος υπ' όψη είναι η ακτίνα της καταστρεπτικής επιδράσεως της εκρήξεως του κώνου μάχης του Κ/Β.

Εκ των ανωτέρω συνεπάγεται ότι το όλο θέμα της ελάχιστης αποστάσεως για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της Α/Α απειλής σε εγγύς αποστάσεις, είναι ένα αρκετά πολύπλοκο θέμα για διεξοδική θεωρητική διερεύνηση και δύσκολο για διερεύνησή του στην πράξη. Οι μέχρι τούδε πάντως μελέτες του θέματος αντιβληματικής άμυνας έχουν δείξει ότι η πρόκληση εκρήξεως της κεφαλής μάχης με συμβατική γόμωση ενός επερχόμενου Κ/Β σε απόσταση τουλάχιστο 500 m ή η πρόκληση ζημιών στο σύστημα ελέγχου πτήσεως του επερχόμενου Κ/Β σε απόσταση τουλάχιστο 1.000 m, παρέχουν κατά κανόνα αποτελεσματική προστασία στα αμυνόμενα πλοία.

Κατόπιν των ανωτέρω είναι προφανές ότι η ακρίβεια και αποτελεσματικότητα της βολής αποκτούν κάποια ιδιαίτερη βαρύτητα στην εξεταζόμενη περίπτωση.

γ. Ακρίβεια βολής

Για την αντιμετώπιση των απαιτήσεων στην ακρίβεια της βολής, πολλά CIWS

με πυροβόλα διαθέτουν και σύστημα αυτομάτου διορθώσεως της βολής (close loop spotting). Η διαδικασία αυτή βασίζεται στην ικανότητα του ΣΔΒ να παρακολουθεί το επερχόμενο Κ/Β και να μετράει τα γωνιακά σφάλματα των βαλλομένων βλημάτων όταν αυτά διέρχονται από τον στόχο. Στην συνέχεια τοποθετούνται αυτόματως στο σύστημα οι απαιτούμενες διορθώσεις ΔΒ ώστε να αντισταθμιστούν τα σφάλματα αυτά.

δ. Αποτελεσματικότητα της βολής

Η αποτελεσματικότητα της βολής υπό μία σχετικά περιορισμένη έννοια είναι άμεσα συνδεδεμένη με το πυρομαχικό. Τα κατασκευαζόμενα πυρομαχικά (βλήματα και πυροσωλήνες) για την Α/Α βολή και ιδιαίτερα για την αντιβληματική άμυνα έχουν ιδιαίτερες αντίστοιχα και κατ' αναλογία με τα CIWS επιχειρησιακές και τεχνικές αρετές για να εξασφαλίζουν την αποτελεσματικότητα της βολής. Τα πυρομαχικά αυτά διακρίνονται για την διατηρητική τους εν γένει δυνατότητα και την ενέργεια των βλημάτων ή θραυσμάτων των.

ε. Ταχυβολία πυροβόλου

Προκειμένου όπως εξασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα της βολής μέσα στα πολύ περιορισμένα χρονικά πλαίσια που παρέχονται γι' αυτήν, είναι προφανές ότι η μεγαλύτερη δυνατή ταχυβολία που μπορεί να επιτευχθεί σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση θα έχει ως συνέπεια μεγαλύτερο όγκο πυρός και ως εκ τούτου αντίστοιχη αύξηση της πιθανότητας προσβολής του στόχου.

Από τεχνικής όμως απόψεως υπάρχουν οι ακόλουθες δυσμενείς επιπτώσεις με την αύξηση της ταχυβολίας.

(1). Αύξηση της θερμοκρασίας των σωλήνων των πυροβόλων με αντίστοιχες μεγαλύτερες απαιτήσεις του συστήματος ψύξεως των ή περιορισμούς στην επιχειρησιακή των χρησιμοποίηση για όσα δεν διαθέτουν σύστημα ψύξεως.

(2). Μεγαλύτερες φθορές στους σωλήνες.

(3). Αλληλεπίδραση των διαδοχικά βαλλομένων βλημάτων όταν αυτά διαθέ-

τους πυροσωλήνες προσεγγίσεως.

(4). Ανάλογες απαιτήσεις σε διαθέσιμα πυρομαχικά και ταχύτητα λειτουργίας τροφοδοτικού συστήματος πυροβόλων.

Τα προβλήματα αυτά έχουν κατά κανόνα αντιμετωπιστεί σε σημείο ικανοποιητικό από τα σύγχρονα ΣΔΒ για Α/Α άμυνα σε εγγύς αποστάσεις με χρήση βλημάτων με σκληρό πυρήνα μέσα σε μια συνθετική θήκη "sabot" που αποχωρίζεται από αυτόν στα πρώτα στάδια της πτήσεώς του ή και με διαδοχική χρήση πολλών σωλήνων στο ίδιο όπλο "gattling gun" ή και με βελτιώσεις των συστημάτων ψύξεως και τροφοδοτήσεως με πυρομαχικά των πυροβόλων.

Συνέπεια των ως άνω βελτιώσεων έχουν επιτευχθεί πλέον ταχυβολίες της τάξεως των 500 και πλέον βολών ανά λεπτό και ανά σωλήνα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 8-1: Αναφέρατε τις διαφορές τις οποίες παρουσιάζει από θεωρητικής αλλά και πρακτικής απόψεως το εν γένει πρόβλημα της A/A βολής σε σχέση με το αντίστοιχο πρόβλημα στη βολή επιφανείας.
- 8-2: Από ποία γενικά χαρακτηριστικά των πυροβόλων είναι δυνατό να εξαχθεί συμπέρασμα εάν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν σε βολή A/A σε μέθοδο βολής τομέως.
- 8-3: Περιγράψατε σκοπευτικό ανοικτής σκοπεύσεως πυροβόλου 20 mm.
- 8-4: Ποιές διατάξεις ασφαλείας θα πρέπει να τηρούνται κατά τα εκπαιδευτικά πυρά A/A σε σχέση με τυχόν στόχους στην περιοχή πεδίου βολής.
- 8-5: Ποιά είναι η έννοια των όρων "CIWS", "hard kill", "soft kill", "direct hit", "control kill", "warhead kill";
- 8-6: Ποια η έννοια και η αρχή λειτουργίας του "close loop spotting"; Αναφέρατε παράδειγμα CIWS που χρησιμοποιεί το εν λόγω σύστημα Δ.Β.
- 8-8: Τι προβλήματα παρουσιάζονται στην βολή A/A όταν ο στόχος κινείται σε πολύ χαμηλό ύψος πάνω από τη θάλασσα;
- 8-9: Αναφέρατε το μέγιστο, δραστικό βεληνεκές επιφανείας και δραστικό A/A, βεληνεκές ενός πυροβόλου και σχολιάσατε τις τιμές αυτών.
- 8-10: Ποία γενικά χαρακτηριστικά θα πρέπει να διαθέτει ένα πυροβόλο A/A;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΒΟΛΗ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ

9.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ναυτικός Βομβαρδισμός ή βολή βομβαρδισμού καλείται η εκτελούμενη βολή πυροβολικού πολεμικού πλοίου εναντίον στόχου ευρισκόμενου επί της ξηράς.

Η χρήση του ναυτικού πυροβολικού κατά τον Ναυτικό βομβαρδισμό δεν περιορίζεται μόνο στην υποστήριξη επιχειρήσεων φιλίων χερσαίων δυνάμεων αλλά επεκτείνεται και σε υποστήριξη σχετιζόμενων Ναυτικών και Αεροπορικών επιχειρήσεων.

Οι συνήθως παρουσιαζόμενοι στόχοι στον ναυτικό βομβαρδισμό είναι: εχθρικές εγκαταστάσεις, οχυρωματικά έργα, αυτοκινούμενα οχήματα, πεζοπόρα τμήματα και έργα τα οποία ο εχθρός δύναται να χρησιμοποιεί όπως δρόμους, γέφυρες κ.λ.π.

Ο ναυτικός βομβαρδισμός ανάλογα με το οπτικό πρίσμα που εξετάζεται μπορεί να αναλυθεί περαιτέρω ως ακολούθως:

α. Από τακτικής απόψεως

(1) ΕΓΓΥΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΕΩΣ (CLOSE SUPPORT FIRE)

Εναντίον στόχων οι οποίοι λόγω της γειτνιάσεως των με τα υποστηριζόμενα φίλια τμήματα αποτελούν μία άμεση και σοβαρή γι' αυτά απειλή.

(2) ΜΑΚΡΑΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΕΩΣ (DEEP SUPPORT FIRE)

Εναντίον στόχων οι οποίοι δεν είναι εγγύς υποστηριζόμενων μονάδων.

(3) ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ (PREPARATION FIRE)

Εναντίον προκαθορισμένων στόχων πριν της εκδηλώσεως μιας αποβατικής ενέργειας ή χερσαίας επιθέσεως, για εξουδετέρωσή των.

(4) ΑΝΤΙΠΕΡΙΣΠΑΣΜΟΥ (COUNTERBATTERY FIRE)

Εναντίον εχθρικών πυροβόλων τα οποία βάζουν.

(5) ΠΡΟΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΗ (PREARRANGED OR SCHEDULED FIRE)

Εναντίον προκαθορισμένων στόχων γνωστής θέσεως για τους οποίους έχει αρκετά πριν γίνει σχεδίαση προσβολής των η οποία υλοποιείται κάποιο προκαθορισμένο χρόνο.

(6) ΤΗ ΑΙΤΗΣΕΙ (CALL FIRE)

Ναυτικός Βομβαρδισμός κατόπιν αιτήσεως υποστηριζόμενων τμημάτων.

(7) ΕΥΚΑΙΡΙΑΣ (OPPORTUNITY FIRE)

Εναντίον ευκαιριακά παρουσιαζομένων στόχων χωρίς να υπάρχει προσχεδιασμός ή αίτηση προσβολής τους.

(8) ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΕΩΣ (RECONNAISSANCE FIRE)

Εναντίον περιοχής όπου εκτιμάται ότι υπάρχουν στόχοι καμουφλαρισμένοι ή όπου υπάρχει φυσική κάλυψη σε τυχόν στόχους ευρισκόμενους στην περιοχή.

(9) ΚΑΤΑΣΤΟΛΗΣ Α/Α ΔΡΑΣΕΩΣ ή ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ (FLAK SUPPRESSION FIRE)

Ναυτικός βομβαρδισμός εναντίον του Α/Α εχθρικού δυναμικού πριν της εκδηλώσεως δράσεως φίλων αεροπορικών δυνάμεων.

β. Σχετικά με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα(1) ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ (DESTRUCTION)

Εναντίον υλικών συνήθως στόχων από σχετικά μικρές αποστάσεις για μεγαλύτερη ακρίβεια βολής προς καταστροφή αυτών.

(2) ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗ (NEUTRALIZATION)

Εναντίον στόχων προκειμένου αυτοί εμποδιστούν να δράσουν ή να κινηθούν.

(3) ΠΑΡΕΝΟΧΛΗΣΗ (HARASSING FIRE)

Σποραδική βολή εναντίον στόχων σε περιόδους που υπό άλλες συνθήκες θα ήταν άνευ δράσεως, προκειμένου ο εχθρός να καταπονηθεί χωρίς δυνατότητα αναπαύσεως ή εμποδιστεί να ανεφοδιαστεί ή για να του πέσει το ηθικό κλπ.

(4) ΑΠΑΓΟΡΕΥΣΗ (INTERDICTION FIRE)

Βολή εκτελούμενη προκειμένου εμποδίσει τον εχθρό να κάνει κάποια ενέργεια π.χ. μετακίνηση, χρήση γέφυρας, χρήση μιας περιοχής κλπ.

(5) ΦΩΤΙΣΜΟΣ (ILLUMINATION FIRE)

Βολή φωτιστικών προκειμένου όπως φωτιστεί ο εχθρός, εντοπιστούν οι κινήσεις του, διευκολυνθεί η παρατήρησή μας κλπ.

γ. Σχετικά με την ακολουθούμενη μέθοδο ΔΒ(1) ΑΜΕΣΟΣ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΣ (DIRECT FIRE)

Εναντίον στόχων επί των οποίων μπορεί να αποκατασταθεί η LOS από το βάλλον πλοίο.

(2) ΕΜΜΕΣΟΣ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΣ (INDIRECT FIRE)

Εναντίον στόχων με τους οποίους λόγω φυσικών εμποδίων ή άλλων αιτιών, η αποκατάσταση της LOS από το βάλλον πλοίο δεν είναι δυνατή.

δ. Σχετικά με τον τύπο της βολής(1) ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (AREA FIRE)

Όταν η βολή είναι επιθυμητό να καλύψει ολόκληρη περιοχή.

(2) BOMΒΑΡΔΙΣΜΟΣ ΣΗΜΕΙΟΥ (POINT FIRE)

Όταν πρόκειται για βομβαρδισμό συγκεκριμένου υλικού στόχου.

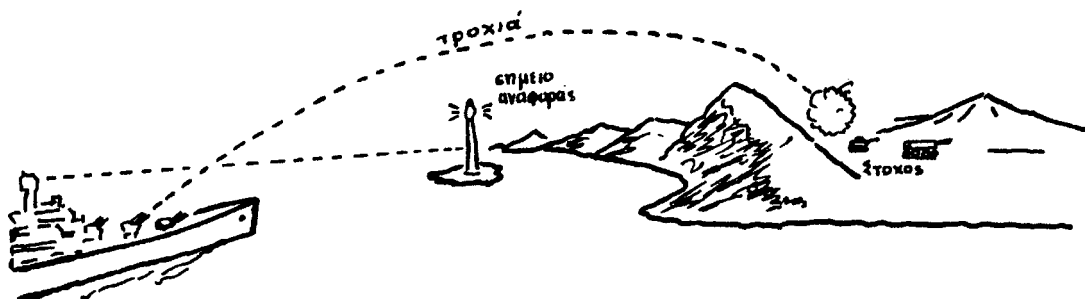
9.2. ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΒ ΣΤΟ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟ

Από την άποψη διευθύνσεως βολής η βολή εναντίον ενός ακίνητου στόχου ευρισκόμενου επί της ξηράς είναι σχεδόν όμοια με την βολή εναντίον ενός ακινητούντος πλοίου η με την βολή εναντίον ενός ελικόπτερου το οποίο εκτελεί "HOVERING".

Τ' ακόλουθα όμως σημεία του προβλήματος ΔΒ στην περίπτωση της βολής βομβαρδισμού εκτιμάται ότι είναι αξιόλογα να αναφερθούν ως σημεία ιδιαιτερότητας.

α. Στοιχεία θέσεως στόχου

Επειδή κατά τον βομβαρδισμό και ιδιαίτερα κατά τον έμμεσο δεν μπορεί να γίνει απ' ευθείας από το βάλλον πλοίο (με τα μέσα που συνήθως διαθέτει) μέτρηση των στοιχείων που προσδιορίζουν την θέση του στόχου (δηλ. διόπτρευση, απόσταση και ύψωση αυτού), τα στοιχεία αυτά προσδιορίζονται έμμεσα είτε από τον χάρτη με γνωστές τις θέσεις πλοίου και στόχου είτε μέσω ενός τρίτου βοηθητικού καταφανούς σημείου του οποίου η θέση στον χάρτη είναι καθορισμένη όπως αναλυτικά αναφέρεται παρακάτω στο κεφάλαιο αυτό.



Σχήμα 9.2-1: Ναυτικός Βομβαρδισμός εναντίον στόχου με τον οποίο δεν μπορεί να αποκατασταθεί η LOS από το βάλλον πλοίο

β. Διορθώσεις ΔΒ

Η εφαρμογή διορθώσεων Δ.Β. κατά την βολή βομβαρδισμού προϋποθέτει όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση παρατήρηση βολής. Όταν όμως ο στόχος βρίσκεται πίσω από φυσικά εμπόδια και η άμεση παρατήρηση του από το βάλλον πλοίο δεν είναι δυνατή τότε προφανώς υπάρχει ανάγκη συνεργασίας με παρατηρητή ευρισκόμενο εκτός πλοίου σε κατάλληλη θέση επί της ξηράς ή με εναέριο παρατηρητή.

γ. Σχεδιάγραμμα διασποράς πτώσεων

Στην περίπτωση που ο ναυτικός βομβαρδισμός αφορά **“βομβαρδισμό περιοχής”** όπως στην παράγραφο 9.1 δ(1) προαναφέρθηκε τότε για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα της βολής είναι επιθυμητό το σχεδιάγραμμα πτώσεων **“dispertion pattern”** να είναι μεγαλύτερο από το σύνθηες. Μία μέθοδος με την οποία αυτό είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί είναι η μη διόρθωση της διαταγής στροφής των πυροβόλων για οριζόντια παράλλαξη. Ανάλογα δε με την περίπτωση και το επιθυμητό μέγεθος του εν λόγω σχεδιαγράμματος, αντιμετωπίζονται τεχνικά πλέον οι σχετικές επιχειρησιακές απαιτήσεις όπως π.χ. τοποθέτηση διαφορετικής διορθώσεως στροφής ή και υψώσεως σε κάθε πυροβόλο κλπ.

δ. Περιβάλλον στόχου

Τα χαρακτηριστικά του εδάφους κατά τον ναυτικό βομβαρδισμό παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία σε τρόπο ώστε κάθε περίπτωση να θεωρείται από την άποψη αυτή μοναδική.

Τα χαρακτηριστικά αυτά έχουν διάφορες επιδράσεις τόσο στην επίλυση του προβλήματος ΔΒ όσο και στη διεύθυνση της βολής. Οι επιδράσεις αυτές αναφέρονται αναλυτικά παρακάτω.

(1) Διέλευση τροχιών υπεράνω προκαλυμμάτων.

Στη θεωρητική επίλυση ενός προβλήματος διευθύσεως βολής βομβαρδισμού αντιστοιχεί προφανώς μία συγκεκριμένη τροχιά βλήματος στο χώρο η οποία είναι δυνατόν λόγω του περιβάλλοντος να διακόπτεται από υψώματα που παρεμβάλλονται μεταξύ βάλλοντος πλοίου και στόχου

εμποδίζοντας έτσι στην πράξη το βλήμα να φθάσει στον προορισμό του. Το γεγονός αυτό επιβάλλει ένα έλεγχο που πρέπει να γίνεται έγκαιρα προ της βολής προκειμένου όπως διερευνάται αν ένα στόχος ξηράς είναι δυνατό να προσβληθεί ή και από ποιά θέση του βάλλοντος πλοίου τούτο είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί (συνεκτιμώντας και πολλούς άλλους επιχειρησιακούς και ναυτιλιακούς παράγοντες). Η διαδικασία σύμφωνα με την οποία γίνεται αυτός ο έλεγχος αναφέρεται παρακάτω στην παράγραφο 9.3.δ(3).

(2) Εφαρμογή διορθώσεων ΔΒ

Στην περίπτωση του ναυτικού βομβαρδισμού είναι δυνατό λόγω της θέσεως του στόχου σε σχέση με την μορφολογία του εδάφους μία μικρή απόκλιση ή σφάλμα της βολής να έχει ως συνέπεια το βλήμα να πέση αρκετά μακρινά σε σχέση με τον στόχο (όπως π.χ. όταν πρόκειται για στόχο ευρισκόμενο περί την κορυφή υψώματος) με πιθανές συνέπειες αδυναμία παρατηρήσεως σημείου πτώσεως, φίλια τμήματα και εγκαταστάσεις να τεθούν σε κίνδυνο, σφάλματα της βολής κατ' απόσταση να δημιουργούν σφάλματα του σημείου πτώσεως καθ' ύψωση λόγω της κλίσεως του εδάφους κλπ.

Δια τους λόγους αυτούς που προαναφέρθηκαν ο ναυτικός βομβαρδισμός αποτελεί επιχειρησιακή δραστηριότητα του πυροβολικού των πολεμικών πλοίων η οποία κατά κανόνα απαιτεί μελέτη και προετοιμασία με χρήση τόσο ναυτικών όσο και στρατιωτικών χαρτών. Οι τελευταίοι αυτοί χάρτες παρέχουν κάθε απαιτούμενη πληροφορία σχετικά με την μορφολογία και τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Περισσότερες πληροφορίες για τους χάρτες αυτούς παρέχονται κατωτέρω.

9.3. ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

Οι χρησιμοποιούμενοι από τα πολεμικά πλοία του Π.Ν. στρατιωτικοί χάρτες είναι Ελληνικής προελεύσεως εκδιδόμενοι από την Γεωγραφική Υπηρεσία του Στρατού Ξηράς.

Κάθε στρατιωτικός χάρτης απεικονίζει σε εγκάρσια μερκατορική προβολή, διε-

θνούς ελλειψοειδούς, τμήμα της επιφάνειας της γης υπό κλίμακα. Επειδή το θέμα των στρατιωτικών χαρτών είναι γενικά αρκετά εκτεταμένο, θα αναφερθούν στη συνέχεια μόνο όσα στοιχεία κρίνονται χρήσιμα και απαραίτητα για τους συγκεκριμένους μόνο στρατιωτικούς χάρτες που κατά κανόνα χρησιμοποιούνται στο ναυτικό βομβάρδισμο.

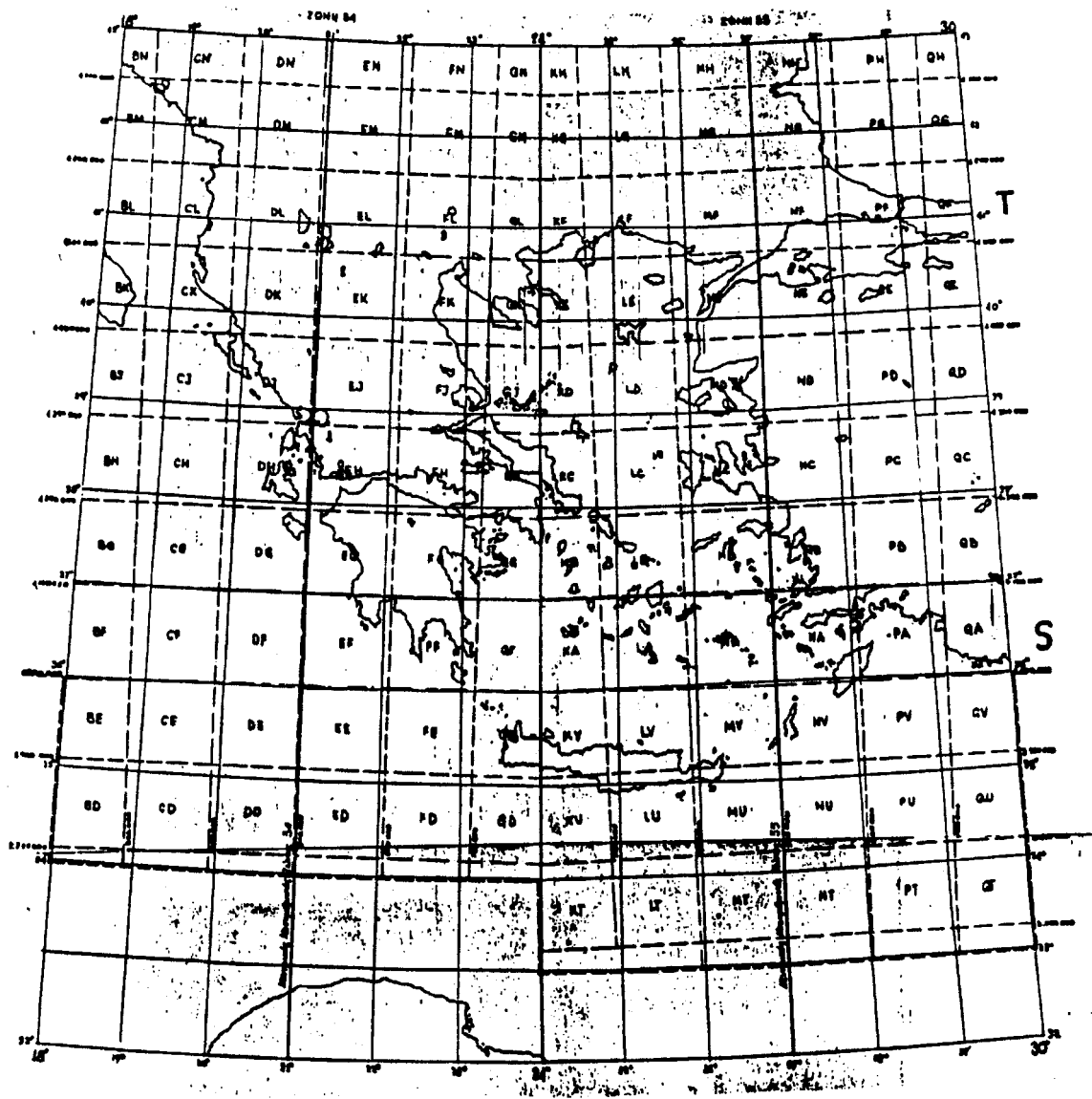
α. Γενική περιγραφή

Οι χρησιμοποιούμενοι στο ναυτικό βομβαρδισμό στρατιωτικοί χάρτες είναι συνήθως κλίμακας 1:50.000 και απεικονίζουν μία έκταση της επιφάνειας της γης 22X28 Km περίπου η οποία είναι τμήμα της ευρύτερης περιοχής του Ελλαδικού χώρου η οποία φαίνεται στο διάγραμμα 9.3-1 στο οποίο διακρίνονται και οι ομάδες των δύο χαρακτηριστικών γραμμάτων κάθε περιοχής που προκύπτει εκ του μερκατορικού τετραγωνισμού ανά 100 Km. Στο ίδιο επίσης σχεδιάγραμμα φαίνονται τα αναγνωριστικά στοιχεία των ζωνών εκ της παγκόσμιας εγκάρσιας μερκατορικής προβολής (ή UTM εκ των Universal Transverse Mercator Projection) στις οποίες περιλαμβάνεται ο εν λόγω Ελλαδικός χώρος.

Κάθε φύλλο στρατιωτικού χάρτη φέρει στο άνω δεξιό και κάτω αριστερό άκρο του, χαρακτηριστικό αριθμό ενώ στο μέσον της άνω πλευράς φέρει τον τίτλο του, ο οποίος προέρχεται από το όνομα της περιοχής την οποία απεικονίζει.

Οι στρατιωτικοί χάρτες στερούνται ανεμολογίου, φέρουν όμως ένδειξη της κατευθύνσεως του αληθούς και μαγνητικού βορρά καθώς επίσης και του βορρά τετραγωνισμού σε καταφανή θέση παρά το υπόμνημα. Το πλευρικό περιθώριο επίσης των στρατιωτικών χαρτών είναι προσανατολισμένο ως προς τον αληθή βορρά.

Οι λεπτομέρειες του εδάφους απεικονίζονται στους στρατιωτικούς χάρτες δια του κανονικού των σχήματος υπό κλίμακα δια συνθηματικών παραστάσεων και δια συνδυασμού αυτών.



Σχήμα 9.3-1: Διάγραμμα μερκατορικού τετραγωνισμού ανά 100 Km του Ελλαδικού χώρου

Επειδή το απεικονιζόμενο τμήμα της επιφάνειας της γης την οποία παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο φύλλο στρατιωτικού χάρτου, δεν προέρχεται από συμμετρική περαιτέρω υποδιαίρεση της επιφάνειας του προαναφερθέντος τετραγώνου πλευράς 100 Km είναι πιθανό σε ένα φύλλο στρατιωτικού χάρτου να παρατηρούμε ενδείξεις μέχρι και τεσσάρων διαφορετικών τέτοιων ομάδων των δύο γραμμών, κάθε μία των οποίων υποδηλεί το τετράγωνο πλευράς 100 Km στο οποίο ανήκει η αντίστοιχη απεικονιζόμενη περιοχή.

Σε κάθε φύλλο επίσης στρατιωτικού χάρτου παρατηρούμε μία εσχάρα αποτελούμενη από οριζόντιες και κατακόρυφες (κόκκινες) γραμμές ανά 1 Km απόσταση μεταξύ τους. Η εσχάρα αυτή είναι προσανατολισμένη ως προς το βορρά τετραγωνισμού. Σε κάθε μία από τις γραμμές αυτές αναγράφεται διψήφιος αριθμός ο οποίος υποδηλεί την απόσταση της σε Km από την κάτω πλευρά ή την αριστερή πλευρά αντίστοιχα του τετραγώνου πλευράς 100 Km στο οποίο ανήκει η απεικονιζόμενη περιοχή.

Σε καταφανή σημεία του περιθώριου του χάρτου αναφέρονται (με μαύρα στοιχεία) αντιστοιχούντα γεωγραφικά μήκη και πλάτη για τυχόν συσχετισμό.

Κάθε στρατιωτικός χάρτης παρέχει πληροφορίες για την μορφή του εδάφους συγκοινωνιακά έργα, για κτίρια, εγκαταστάσεις και άλλα καταφανή σημεία.

Τα ύψη στους στρατιωτικούς χάρτες δίδονται σε μέτρα. Ανά 20 μέτρα είναι χαραγμένη λεπτή ισοϋψής καμπύλη (καφέ χρώματος) η οποία όταν αντιστοιχεί σε ύψος ακέραιων εκατοντάδων μέτρων είναι πλατύτερη και εντονότερη και φέρει αριθμητική ένδειξη του ύψους που αντιπροσωπεύει.

Στο υπόμνημα τέλος κάθε φύλλου στρατιωτικού χάρτη παρέχονται όλες οι απαιτούμενες για την ανάγνωση του πληροφορίες.

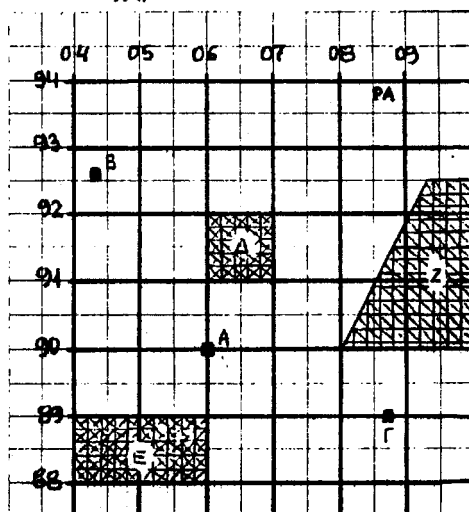
β. Προσδιορισμός της θέσεως ενός στόχου

Η θέση ενός "σημειακού στόχου" στο στρατιωτικό χάρτη γίνεται δι' αναφοράς των δύο χαρακτηριστικών γραμμμάτων του τετραγώνου πλευράς 100 Km στο οποίο αυτός βρίσκεται ακολουθούμενα από την τετμημένη και τεταγμένη του στόχου στο εν λόγω τετράγωνο σε Km και δέκατα αυτών. Όταν πρόκειται για στόχο περιοχής τότε αυτός προσδιορίζεται δι' αναφοράς των συντεταγμένων των σημείων που τον περιβάλλουν.

Η προσέγγιση με την οποία δίδεται η θέση ενός σημειακού στόχου κατά τον προαναφερθέντα τρόπο (κάθε συντεταγμένη του με την πλησιέστερη ακέραια εκατοντάδα μέτρων) απ' ενός μεν ικανοποιεί τις επιχειρησιακές απαιτήσεις μέσα στα πλαίσια των δυνατοτήτων ακρίβειας βολής του ναυτικού βομβαρδισμού, απ' ετέρου

δε είναι η πλέον ρεαλιστική προσέγγιση από την άποψη δυνατότητας προσδιορισμού της θέσεως ενός σημειακού στόχου από ένα παρατηρητή με μία απλή οπτική παρατήρηση. (Παρά ταύτα εάν είναι δυνατή και επιθυμητή μεγαλύτερη ακρίβεια η κάθε συντεταγμένη μπορεί να εκφράζεται με τέσσερα ή και περισσότερα ψηφία).

Στα παραδείγματα που ακολουθούν φαίνονται διάφορες περιπτώσεις προσδιορισμού θέσεως στόχου όπως αυτές είναι πιθανό να παρουσιαστούν στην πράξη. Τα παραδείγματα αυτά συσχετίζονται μ' ένα εικονικό απόσπασμα φύλλου στρατιωτικού χάρτη που φαίνεται στο σχήμα 9.3-2.



Σχήμα 9.3-2: Απόσπασμα φύλλου στρατιωτικού χάρτη

- (1) Στόχος Α : PA 060900
- (2) Στόχος Β : PA 043926
- (3) Στόχος Γ : PA 087890
- (4) Στόχος Δ : Στόχος περιοχής περιβαλλόμενος από τα σημεία PA 060910, 070910, 070920, 060920.
- (5) Στόχος Ε : Στόχος περιοχής περιβαλλόμενος από τα σημεία PA 040880, 060880, 060890, 040890.
- (6) Στόχος Ζ : Στόχος περιοχής περιβαλλόμενος από τα σημεία PA 080900, 100900, 100925, 093925.

γ. Χρήση στρατιωτικών χαρτών

Για την χρήση των στρατιωτικών χαρτών από ένα πολεμικό πλοίο στο ναυτικό βομβαρδισμό παρέχονται οι ακόλουθες χρήσιμες οδηγίες:

- (1) Η επικόλληση ανεμολόγιου πάνω στο χρησιμοποιούμενο φύλλο στρατιωτικού χάρτη βοηθά στην περαιτέρω του χρήση.
- (2) Η μεταφορά στιγμάτων από τον ναυτικό χάρτη στο στρατιωτικό και αντιστρόφως είναι προτιμότερο να γίνεται με διόπτρευση απόσταση από καταφανές σημείο παρέχοντας μεγαλύτερη ακρίβεια από την μεταφορά που γίνεται με την χρήση γεωγραφικών συντεταγμένων.
- (3) Η επισήμανση πάνω στο στρατιωτικό χάρτη των θέσεων βάλλοντος πλοίου, παρατηρητού και στόχου παρέχει την απαιτούμενη αντίληψη του χώρου για την αποτελεσματική διεύθυνση της βολής και αποφυγή σφαλμάτων στην εφαρμογή των διορθώσεων Δ.Β.

δ. Επισήμανση στο στρατιωτικό χάρτη θαλάσσιων περιοχών ζωτικού ενδιαφέροντος

Στο ναυτικό βομβαρδισμό παρέχεται συνήθως αρκετός χρόνος για προετοιμασία βάλλοντος πλοίου. Για το λόγο αυτό η επισήμανση στο στρατιωτικό χάρτη (όσο και στον ναυτικό χάρτη) των θαλάσσιων περιοχών που αναφέρονται στη συνέχεια είναι κατά κανόνα ιδιαιτέρου ενδιαφέροντος ή και ζωτικής σημασίας.

(1) Περιοχές επικίνδυνες για το βάλλον πλοίο

Ως περιοχές επικίνδυνες για το βάλλον πλοίο χαρακτηρίζονται αυτές οι οποίες παρουσιάζουν ναυτιλιακούς κινδύνους ή είναι απαγορευμένες για πλοία επιφανείας (π.χ. ναρκοπέδια) ή τέλος βρίσκονται μέσα στην εμβέλεια εχθρικών όπλων εγκατεστημένων στην περιοχή. Οι πληροφορίες αυτές παρέχονται σε κατάλληλες εκδόσεις και σχέδια.

(2) Θαλάσσιες περιοχές ενδιαφέροντος από τις οποίες ο στόχος βρίσκεται εντός βεληνεκούς των πυροβόλων.

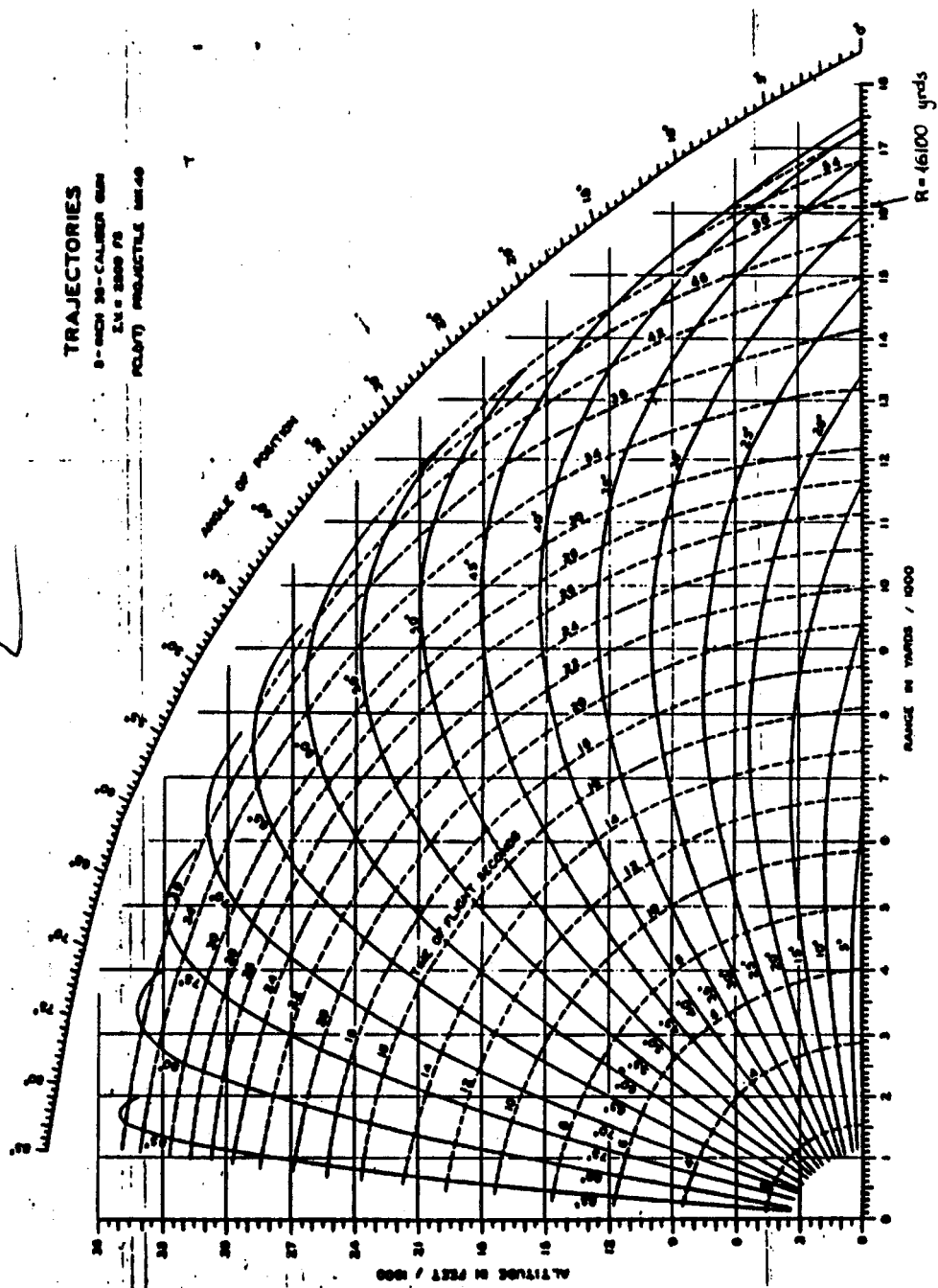
Οι περιοχές αυτές είναι όλες εκείνες οι θαλάσσιες περιοχές οι οποίες δεν περιέχουν επικίνδυνες περιοχές όπως αυτές που προαναφέρθηκαν και οι οποίες αφ' ενός μεν από τακτικής απόψεως φαίνονται κατάλληλες για εκτέλεση ναυτικού βομβαρδισμού, αφ' ετέρου δε από κάθε σημείο αυτών ο στόχος βρίσκεται εντός βεληνεκούς πυροβολικού βάλλοντος πλοίου.

Για να προσδιοριστεί μία από αυτές τις περιοχές στον στρατιωτικό χάρτη θα πρέπει πρώτα να διερευνηθεί από επικίνδυνες περιοχές και από την άποψη καταλληλότητας από τακτικής απόψεως και στη συνέχεια με κέντρο την θέση του στόχου να διαγραφεί ένας κύκλος του οποίου η ακτίνα αντιπροσωπεύει την μέγιστη απόσταση από την οποία είναι δυνατό να προσβληθεί ο στόχος ως ευρισκόμενος εντός του βεληνεκούς των πυροβόλων. Στην περίπτωση που ο στόχος βρίσκεται σε ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας μερικές εκατοντάδες πόδια τότε το μέγεθος της ακτίνας του κύκλου μπορεί με ικανοποιητική προσέγγιση να ληφθεί ίσο με το μέγιστο βεληνεκές των πυροβόλων για βολή επιφανείας. Όταν όμως ο στόχος βρίσκεται σε ύψος μεγαλύτερο τότε το μέγεθος της ακτίνας προσδιορίζεται γραφικά από το σχεδιάγραμμα των τροχιών των πυροβόλων σύμφωνα με το παράδειγμα που ακολουθεί:

Παράδειγμα: Στο σχήμα 9.3-3 παρουσιάζεται το σχεδιάγραμμα των τροχιών πυροβόλων 5"/38 τα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για προσβολή ενός σταθμού ραντάρ ευρισκόμενου σε υψόμετρο 6.000 ft. Στο σχεδιάγραμμα αυτό φέρομε την ευθεία που διέρχεται από το προαναφερθέν ύψος και είναι παράλληλη στον οριζόντιο άξονα. Η τετμημένη του σημείου τομής της ευθείας αυτής με την τροχιά που αντιστοιχεί στο μέγιστο βεληνεκές επιφανείας προσδιορίζει την ζητούμενη ακτίνα η οποία στην περίπτωση του παραδείγματος είναι 16.100 yds.

(3) Περιοχές νεκρών τομέων πυροβολικού λόγω προκαλυμμάτων

Ο προσδιορισμός των θαλάσσιων περιοχών ενδιαφέροντος από τις οποίες ο στόχος βρίσκεται εντός βεληνεκούς των πυροβόλων όπως προαναφέρθηκε δεν προσδιορίζει συγχρόνως και τις περιοχές από τις οποίες η προσβολή του στόχου στην



Σχήμα 9.3-3: Υπολογισμός μέγιστης οριζόντιας απόστασης για βομβαρδισμό στόχου

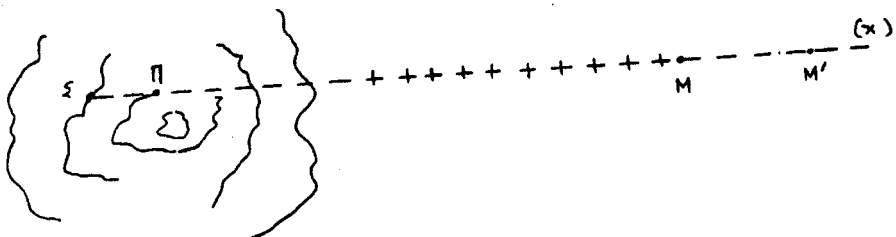
πράξη είναι δυνατή διότι υπάρχουν συχνά περιπτώσεις κατά τις οποίες ενώ ένας στόχος βρίσκεται μέσα στο βεληνεκές των πυροβόλων η τροχιά των βλημάτων διακόπτεται από προκάλυμμα το οποίο τα εμποδίζει να φθάσουν στον προορισμό τους.

Ως προκάλυμμα γενικά στην πυροβολική θεωρείται κάθε ύψωμα το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ βάλλοντος πλοίου και στόχου και το οποίο είναι δυνατό να εμποδίζει την αποκατάσταση της LOS από το βάλλον πλοίο η και ακόμα την προβολή του στόχου παρέχοντας σ' αυτόν αποτελεσματική "φυσική προστασία".

Ο προσδιορισμός των περιοχών οι οποίες από την άποψη αυτή θεωρούνται νεκροί τομείς πυροβολικού γίνεται δια διερευνήσεως της μορφολογίας του εδάφους γύρω από τον στόχο πάνω στο στρατιωτικό χάρτη και έλεγχο κατ' επιλογή σημείων σύμφωνα με το παράδειγμα που ακολουθεί:

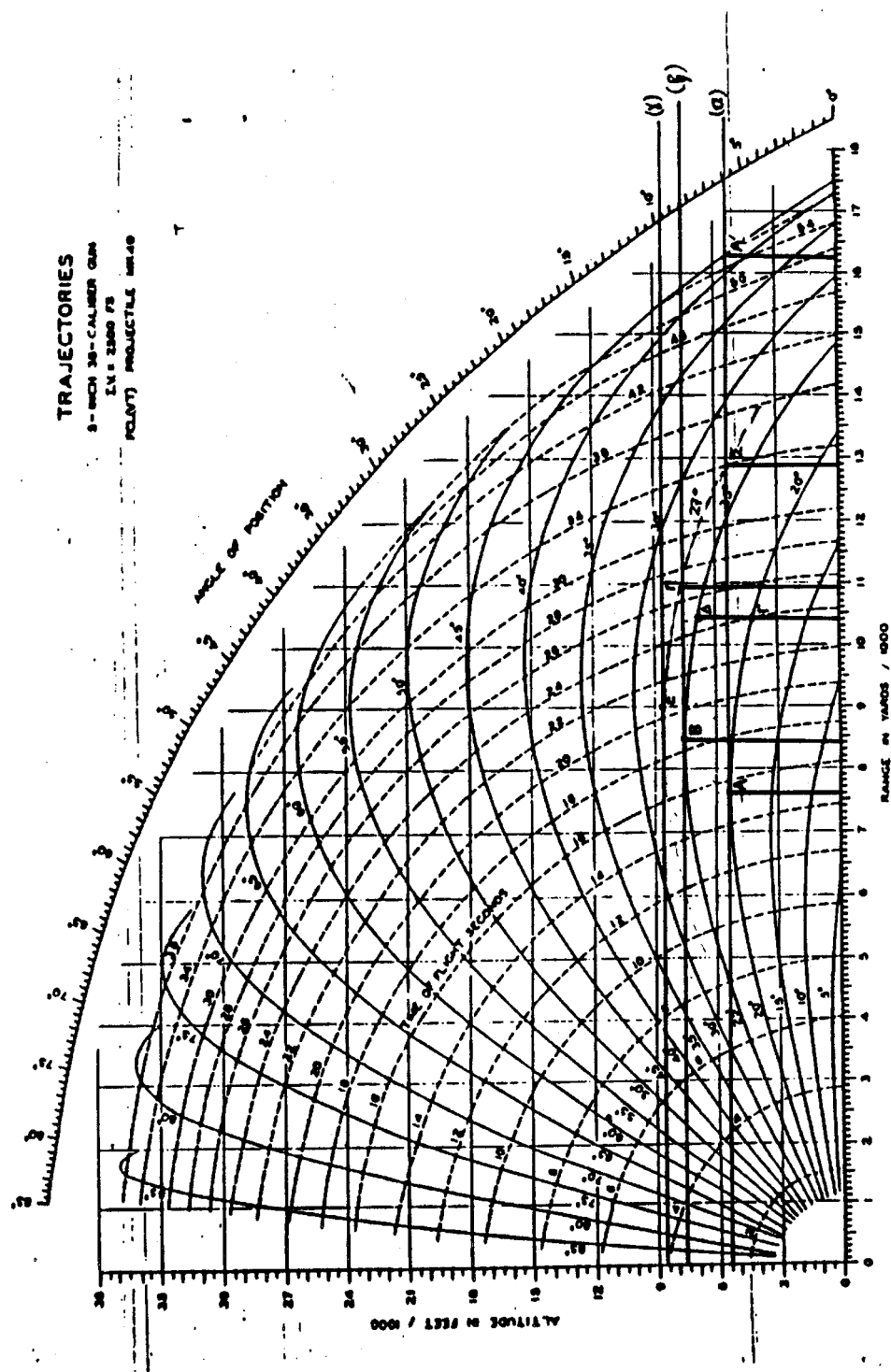
Παράδειγμα: Θεωρηθεί στόχος (Σ) ευρισκόμενος σε υψόμετρο 5.500 ft και σε οριζόντια απόσταση από αυτόν 2.000 yds υπάρχει σημείο (Π) προκαλύμματος με υψόμετρο 7.600 ft όπως στο σχήμα 9.3-4 φαίνεται:

Ζητείται να διερευνηθεί αν επί της ευθείας (x) υπάρχουν σημεία νεκρού τομέα πυροβολικού (5"/38) λόγω προκαλύμματος.



Σχήμα 9.3-4: Έλεγχος διελύσεως τροχιών

Σ' ένα αντίγραφο διαγράμματος τροχιών πυροβόλων όπως στο σχήμα 9.3-5 φαίνεται, φέρουμε τις οριζόντιες ευθείες (α) και (β) που αντιστοιχούν στο υψόμετρο του στόχου και του προκαλύμματος αντίστοιχα. Οι τροχίες οι οποίες εφάπτονται στις προαναφερθείσες ευθείες έχουν προφανώς βέλος τροχιάς ίσο με το αντίστοιχο υψόμετρο και τα σημεία επαφής είναι αντίστοιχα Α και Β. Η τετμημένη του σημείου Α και Α' προσδιορίζουν τη μικρότερη και μεγαλύτερη οριζόντια απόσταση από τις οποίες η προβολή του στόχου θα ήταν δυνατή αν δεν υπήρχε το



Σχήμα 9.3-5: Προσδιορισμός τροχιών για προσβολή στόχου στον έμμεσο βομβαρδισμό

προκαλύμμα (7.600 yds και 16.250 yds αντίστοιχα). Στο σημείο B αντιστοιχεί τροχιά η οποία επιτυγχάνεται με γωνία αναχωρήσεως 25° και η οποία είναι η μικρότερη γωνία αναχωρήσεως για να μπορούν τα βλήματα να διέλθουν άνωθεν του προκαλύμματος. Επομένως και η προσβολή του στόχου δεν θα μπορεί να γίνει από την κατεύθυνση της ευθείας (x) του σχήματος 9.3-4 με γωνία αναχωρήσεως μικρότερη των 25° . Αν τώρα υποτεθεί ότι η γωνία αναχωρήσεως των 25° είναι πράγματι και η μικρότερη γωνία αναχωρήσεως με την οποία η τροχιά του βλήματος θα διέλθει άνωθεν του προκαλύμματος και στη συνέχεια θα προσβάλλει το στόχο, θα πρέπει αυτή να διέρχεται από το σημείο Γ, το οποίο βρίσκεται σε οριζόντια απόσταση 2.000 yds από το B (δεδομένου ότι η οριζόντια απόσταση προκαλύματος-στόχου στο παράδειγμα είναι 2.000 yds και το σημείο B υποτίθεται ότι αντιπροσωπεύει την θέση της κορυφής του προκαλύμματος). Αντί όμως αυτή να διέρχεται από το σημείο Γ διέρχεται από το σημείο Δ το οποίο παρουσιάζει μία υψομετρική διαφορά 1.000 ft ως προς το Γ. Με γωνία λοιπόν αναχωρήσεως 25° τα βλήματα θα διέρχονται μεν μόλις άνωθεν του προκαλύμματος αλλά δεν θα μπορούν να πλήξουν τον στόχο, διερχόμενα 1.000 ft άνωθεν αυτού.

Θα πρέπει επομένως να αναζητηθεί μία τροχιά με γωνία αναχωρήσεως μεγαλύτερη των 25° και η οποία θα αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη σχετικά οριζόντια απόσταση βάλλοντος πλοίου και στόχου. Για τον προσδιορισμό της τροχιάς αυτής φέρομε και τρίτη οριζόντια γραμμή (γ) η οποία αντιστοιχεί σε τεταγμένη ίση με το άθροισμα του υψόμετρου του προκαλύμματος και της προαναφερθείσας υψομετρικής διαφοράς των 1.000 ft ($7.600 + 1.000 = 8.600$ ft). Στην οριζόντια αυτή γραμμή (γ) παρατηρούμε ότι εφάπτεται η τροχιά η οποία έχει γωνία αναχωρήσεως περί τις 27° , όπως κατά προσέγγιση μπορεί αυτό να εκτιμηθεί δια παρεμβολής μεταξύ των απεικονιζόμενων τροχιών με γωνίες αναχωρήσεως 25° και 30° στις οποίες αυτή παρεμβάλλεται.

Η τροχιά αυτή με γωνία αναχωρήσεως 27° αντιστοιχεί στη μικρότερη οριζόντια απόσταση βάλλοντος πλοίου και στόχου από την οποία μπορεί στην πράξη να πραγματοποιηθεί η προσβολή του. Η τετμημένη του σημείου τομής (Σ) της τροχιάς αυτής με την ευθεία (α) προσδιορίζει την προαναφερθείσα μικρότερη οριζόντια απόσταση βάλλοντος πλοίου-στόχου, η οποία στην περίπτωση του παραδείγματος είναι περί τις 12.900 yds. Αν 2.000 yds πριν, φέρουμε κατακόρυφο, το σημείο τομής (Π) αυτής με την ευθεία (B) δείχνει το υπ' όψη σημείο του προκα-

λύμματος ολίγο άνωθεν του οποίου θα διέρχεται η προαναφερθείσα τροχιά που αντιστοιχεί στην μικρότερη οριζόντια απόσταση βάλλοντος πλοίου-στόχος. (Θεωρώντας στην περίπτωση αυτή την απεικόνιση στο διάγραμμα τροχιών σαν πλάγια όψη του προβλήματος ΔΒ).

Επανερχόμενοι τότε στο χάρτη όπως στο σχήμα 9.3-4 φαίνεται σημειώνουμε το σημείο Μ το οποίο είναι σε οριζόντια απόσταση 12.900 yds από τον στόχο Σ και το σημείο Μ' το οποίο είναι σε απόσταση 16.250 yds από αυτόν. Τότε τα σημεία του ευθύγραμμου τμήματος της ευθείας (x) το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ των ακτών και του σημείου Μ είναι σημεία νεκρού τομέα για το πυροβολικό από τα οποία η προσβολή του στόχου Σ από το βάλλον πλοίο είναι πρακτικά αδύνατη, ενώ τα σημεία της ευθείας (x) μεταξύ των σημείων Μ και Μ' είναι σημεία από τα οποία η προσβολή του στόχου είναι δυνατή στην πράξη.

Είναι προφανές ότι όσο αναλυτικότερα είναι τα διατιθέμενα και χρησιμοποιούμενα σχεδιαγράμματα τροχιών τόσο μεγαλύτερη ακρίβεια υπάρχει κατά την διερεύνηση παρομοίων προβλημάτων. Σχεδιαγράμματα στα οποία οι τροχιές των βλημάτων απεικονίζονται με μεγαλύτερες διαφορές στην γωνία αναχωρήσεως (όπως στην περίπτωση του ανωτέρω παραδείγματος) όπου οι τροχιές απεικονίζονται ανά 5° η παρεχόμενη ακρίβεια είναι σχετική.

Εκτός από την γραφική αυτή μέθοδο θα μπορούσε η διερεύνηση να γίνει αναλυτικά. Στην τελευταία αυτή περίπτωση ένας τρόπος προσεγγίσεως του προβλήματος είναι η λήψη τυχαίου σημείου επί της ευθείας (x) του σχήματος 9.3-4 και ο υπολογισμός της γωνίας αναχωρήσεως προκειμένου όπως ένα βλήμα το οποίο αναχωρεί από το σημείο αυτό διέλθει από το σημείο που βρίσκεται ο στόχος και στη συνέχεια επανάληψη του υπολογισμού προκειμένου να προσδιοριστεί η γωνία αναχωρήσεως για να διέλθει το βλήμα από το υπόψη σημείο του προκαλύμματος (ή λίγο πάνω απ' αυτό γι' αντιμετώπιση της πιθανής διασποράς της βολής καθ' ύψος). Στην περίπτωση δε που η πρώτη από τις προαναφερθείσες γωνίες που υπολογίστηκαν είναι ίση ή μεγαλύτερη με τη δεύτερη, το σημείο της ευθείας (x) που ελήφθη υπ' όψη στους υπολογισμούς, είναι σημείο από το οποίο η προσβολή του στόχου είναι δυνατή, διαφορετικά, είναι σημείο νεκρού τομέα πυροβολικού.

Στο συνημμένο παράρτημα Ε παρουσιάζεται η αναλυτική επίλυση του προβλή-

ματος που εξετάστηκε στο προηγούμενο παράδειγμα αφ' ενός μεν για συσχετισμό αποτελεσμάτων αφ' ετέρου δε για την παρουσίαση της σχετικής διαδικασίας.

(4) Θαλάσσιες περιοχές ενδιαφέροντος από τις οποίες η αποκατάσταση της LOS είναι δυνατή

Είναι προφανές ότι η αποκατάσταση της LOS από το βάλλον πλοίο είναι κατά κανόνα δυνατή όταν ο στόχος αφ' ενός είναι "καταφανής" αφ' ετέρου δε "δεν καλύπτεται από προκαλύμματα".

Η γνώση της δυνατότητας αποκαταστάσεως ή μη της LOS από το βάλλον πλοίο είναι σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος για την πυροβολική διότι επηρεάζει την διαδικασία βομβαρδισμού σε διάφορα βασικά της σημεία, όπως μπορεί να είναι: ο τρόπος λήψεως των στοιχείων θέσεως στόχου, η μορφή συνεργασίας βάλλοντος πλοίου και παρατηρητού, ο τρόπος εφαρμογής των διορθώσεων ΔΒ κλπ. Ένας στόχος π.χ. που προσδιορίζεται ως ένα άρμα μάχης καμουφλαρισμένο σε μία δασώδη περιοχή και το βάλλον πλοίο δεν διαθέτει μέσα αποκαταστάσεως της LOS και λήψεως των στοιχείων θέσεως αυτού, αποτελεί για το βάλλον πλοίο στόχο ο οποίος αν και εντός του πεδίου ορατότητας του, η αποκατάσταση της LOS δεν είναι δυνατή και επομένως το βάλλον πλοίο είναι υποχρεωμένο να εφαρμόσει διαδικασία εμμέσου βομβαρδισμού για να το προσβάλλει.

Στην περίπτωση επίσης που η αποκατάσταση της LOS εμποδίζεται από προκαλύμμα το βάλλον πλοίο αναγκάζεται και πάλι να εφαρμόσει αντίστοιχη διαδικασία για την προσβολή του στόχου.

Ο προσδιορισμός των θαλάσσιων περιοχών ενδιαφέροντος από τις οποίες η αποκατάσταση της LOS είναι δυνατή γίνεται σχετικά εύκολα δια χρησιμοποίησεως των πληροφοριών που υπάρχουν για τον στόχο και των πληροφοριών που παρέχει ο αντίστοιχος στρατιωτικός χάρτης για τη διαμόρφωση του εδάφους στην περιοχή του στόχου.

Από τη διαρρύθμιση (που είναι SOS)



9.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΟΛΗΣ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ

α. Γενικά

Η επίλυση ενός προβλήματος διευσύνσεως βολής βομβαρδισμού όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση βολής προϋποθέτει κατ' αρχήν την γνώση των παραμέτρων εκείνων από τις οποίες είναι δυνατό να προσδιοριστούν από το Σ.Δ.Β. η θέση και η σχετική κίνηση του στόχου ως προς το βάλλον πλοίο. Κατά τον ναυτικό βομβαρδισμό όμως αντιμετωπίζονται και περιπτώσεις κατά τις οποίες ο στόχος είναι καλυμμένος από φυσικά εμπόδια τα οποία εμποδίζουν την αποκατάσταση της LOS επ' αυτού, ή ενώ ο στόχος είναι "ορατός" (δηλ. εντός του οπτικού πεδίου του βάλλοντος πλοίου) η αποκατάσταση της LOS δεν είναι δυνατή όπως π.χ. όταν η ορατότητα είναι περιορισμένη ή όταν παρουσιάζεται δυσχέρεια εγκλωβισμού και παρακολουθήσεως του στόχου από το ραντάρ ΔΒ λόγω παρεμβολών από την ανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από το φυσικό περιβάλλον του στόχου κλπ.

Από τ' ανωτέρω διαφαίνεται και η σοβαρή εξάρτηση που υπάρχει μεταξύ της δυνατότητας αποκαταστάσεως της LOS και της μεθόδου που θα πρέπει να εφαρμοστεί κατά τον ναυτικό βομβαρδισμό. Για το λόγο αυτό όπως και στην παρ. 9.1 γ προαναφέρθηκε τα προβλήματα Δ.Β. ναυτικού βομβαρδισμού διακρίνονται σε προβλήματα αμέσου βομβαρδισμού (στα οποία αποκαθίσταται η LOS επί του στόχου) και σε προβλήματα εμμέσου βομβαρδισμού (στα οποία αυτή δεν αποκαθίσταται).

Στη συνέχεια αναλύονται περαιτέρω οι δύο αυτές μεγάλες κατηγορίες προβλημάτων Δ.Β. και αναφέρονται οι χρησιμοποιούμενοι μέθοδοι βολής για κάθε περίπτωση.

β. Άμεσος βομβαρδισμός

Το πρόβλημα Δ.Β. κατά τον άμεσο βομβαρδισμό είναι σχετικά ένα από τα απλούστερα προβλήματα Δ.Β. Η διεύθυνση της βολής στα προβλήματα αμέσου βομβαρδισμού εκτελείται ουσιαστικά όπως και στην περίπτωση προβλήματος βολής επιφανείας με τις ακόλουθες παρατηρήσεις.

(1) Ο στόχος συνήθως στις περιπτώσεις αυτές είναι ακίνητος επί της ξηράς (π.χ. πυροβολείο, εγκαταστάσεις, αποθήκες, σταθμοί ραντάρ κλπ) και επομένως τα στοιχεία κινήσεως στόχου πρέπει να τίθενται στο μηδέν, όταν αυτά δεν παράγονται απ' ευθείας από το ΣΔΒ.

(2) Όταν η ύψωση του στόχου Ε είναι μέχρι 5° τότε σύμφωνα με την θεωρία της "ακαμψίας της τροχιάς" η επίλυση του προβλήματος ΔΒ μπορεί να γίνεται με το ΣΔΒ σε κατάσταση λειτουργίας όπως και την περίπτωση "βολής επιφανείας" κατά την οποία για τον υπολογισμό της γωνίας υψώσεως των πυροβόλων Εg, η γωνία υψώσεως του στόχου Ε θεωρείται μηδέν. Στις περιπτώσεις όμως όπου η γωνία υψώσεως του στόχου είναι μεγαλύτερη των 5° τότε για τον υπολογισμό της γωνίας υψώσεως των πυροβόλων Εg, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η τιμή της γωνίας υψώσεως του στόχου Ε. Τούτο επιτυγχάνεται είτε με το ΣΔΒ σε κατάσταση λειτουργίας για εκτέλεση άμεσου βομβαρδισμού στην οποία γίνεται αυτόματα ο υπολογισμός αυτός βάσει των παρεχομένων στον υπολογιστή του συστήματος απαιτούμενων στοιχείων είτε με το ΣΔΒ παραμένοντας σε κατάσταση βολής επιφανείας και δια τοποθετήσεως χειροκινήτως κατάλληλης διορθώσεως ή πληροφορίας π.χ. ύψος στόχου. (Όλα αυτά βέβαια ανάλογα με τις λειτουργικές δυνατότητες του χρησιμοποιούμενου ΣΔΒ).

(3) Ενδεχομένως το βάλλον πλοίο να συνεργάζεται με παρατηρητή.

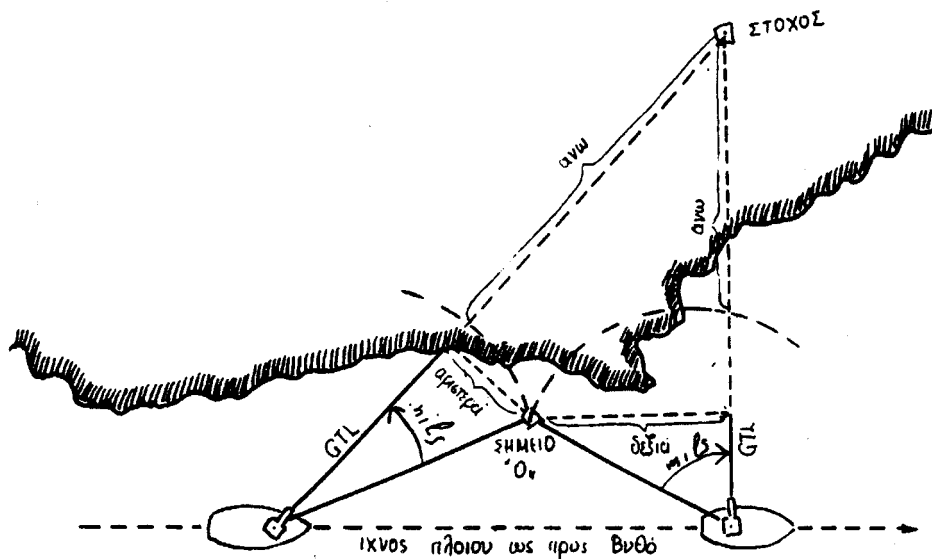
(4) Για την παρατήρηση των πτώσεων των βολών πολλές φορές απαιτείται χρήση καταλλήλων για το σκοπό αυτό βλημάτων όπως π.χ. καπνογόνων, τροχιοδεικτικών κλπ.

γ. Έμμεσος βομβαρδισμός

Η μεθοδολογία γενικά που ακολουθείται για εκτέλεση βολής έμμεσου βομβαρδισμού είναι αφ' ενός μεν συνάρτηση των δυνατοτήτων του χρησιμοποιούμενου ΣΔΒ, αφ' ετέρου δε των γεωγραφικών, ναυτιλιακών και τακτικών παραγόντων που εμπλέκονται στο πρόβλημα. Αναλυτικότερα κατά τον έμμεσο βομβαρδισμό διακρίνουμε τις ακόλουθες χαρακτηριστικές περιπτώσεις:

(1) Μέθοδος σημείου O (point OSCAR method)

Η μέθοδος αυτή έμμεσου βομβαρδισμού χρησιμοποιείται κυρίως όταν το ΣΔΒ δεν έχει την επιθυμητή ακρίβεια στις παραγόμενες τιμές διοπτρεύσεως και αποστάσεως του στόχου ή όταν δεν διατίθεται παρατηρητής. Κατά την μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ένας κατάλληλος βοηθητικός στόχος στην περιοχή όπως στο σχήμα 9.4-1 φαίνεται ο οποίος προσφέρεται για εκτέλεση πυρών άμεσου βομβαρδισμού εναντίον του. Ο βοηθητικός αυτός στόχος ονομάζεται "σημείο O" (OSCAR) απ' όπου προέρχεται και η ονομασία της εν λόγω μεθόδου βολής.



Σχήμα 9.4-1: Έμμεσος βομβαρδισμός. Μέθοδος σημείου "Ο"

Σύμφωνα με την ακολουθούμενη διαδικασία κατά την μέθοδο αυτή γίνεται κατ' αρχή η αποκατάσταση της L.O.S. επί του βοηθητικού στόχου και στην συνέχεια εκτελείται εναντίον του βολή άμεσου βομβαρδισμού. Η βολή αυτή σκοπό έχει να ελεγχθούν τα βλητικά στοιχεία του προβλήματος και να επανεχθούν στο ΣΔΒ οι απαιτούμενες διορθώσεις Δ.Β. ώστε το "μέσο σημείο πτώσεως" (ΜΣΠ) των βολών να έλθει επί του βοηθητικού στόχου. Κατόπιν αυτών τοποθετούνται στο

ΣΔΒ οι απαιτούμενες Διορθώσεις Δ.Β. ώστε το ΜΣΠ να εκτραπεί από τον βοηθητικό στόχο στον πραγματικό. Μετά απ' όλες τις προκαταρκτικές ενέργειες εκτελείται πλέον **"βολή καταστροφής"** εναντίον του πραγματικού στόχου, της LOS τηρούμενης πάντα επί του βοηθητικού, σημείου Ο.

Επειδή ουσιαστικά πρόκειται για έμμεσο βομβαρδισμό οι πτώσεις των βολών κατά κανόνα δεν γίνονται αντιληπτές και επομένως καμμία περαιτέρω διόρθωση ΔΒ μπορεί να εφαρμοστεί εκτός εάν διατίθεται επίγειος ή εναέριος παρατηρητής.

Όταν επίσης κατά τις περιπτώσεις αυτές το βάλλον πλοίο κινείται τότε θα πρέπει κατά την εκτέλεση της βολής καταστροφής εναντίον του πραγματικού στόχου να αναπροσαρμόζονται συνεχώς στο ΣΔΒ οι διορθώσεις ΔΒ με τις οποίες επιδιώκεται η εκτροπή του ΜΣΠ από τον βοηθητικό στον πραγματικό στόχο. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει επί ενός κατάλληλου χάρτου ή φύλλου υποτυπώσεως της περιοχής να επισημανθούν κατ' αρχή οι ακριβείς θέσεις του πραγματικού στόχου και του σημείου Ο και στη συνέχεια δια υποτυπώσεως της θέσεως του βάλλοντος πλοίου να είναι δυνατή η εκτίμηση των εκάστοτε απαιτούμενων διορθώσεων ΔΒ μέσω μιας διαφανούς εσχάρας τετραγωνισμού (της οποίας ο άξονας θα τηρείται στην κατεύθυνση σημείου Ο-βάλλοντος πλοίου) ώστε το ΜΣΠ των βολών να εκτρέπεται από το σημείο Ο στον πραγματικό στόχο. Η μέθοδος αυτή προφανώς περιορίζεται από τα όρια των διορθώσεων ΔΒ που μπορεί το ΣΔΒ να δεχθεί.

(2) Μέθοδος "Radar Beacon"

Στην περίπτωση κατά την οποία η ορατότητα είναι πολύ περιορισμένη ή όταν υπάρχει πιθανότητα εισαγωγής μεγάλων σφαλμάτων στην διεύθυνση της βολής αν θα χρησιμοποιηθούν τα διατιθέμενα ναυτιλιακά σημεία και μέσα τότε η χρησιμοποίηση ενός **"Radar Beacon"** παρέχει την λύση στο πρόβλημα.

Το Radar Beacon είναι ένας φορητός πομποδέκτης ο οποίος εγκαθίσταται στο επιθυμητό σημείο της ξηράς από συνεργαζόμενη ομάδα. Αυτός έχει την ικανότητα να ενεργοποιείται με την εκπομπή του P/E ΔΒ του πλοίου και να εκπέμπει ένα χαρακτηριστικό σήμα του οποίου η συχνότητα εκπομπής είναι διαφορετική από αυτή του P/E ΔΒ για να διακρίνεται η εκπομπή αυτή από τις ανακλάσεις στην ξηρά της Η/Μ ακτινοβολίας του P/E ΔΒ. Όταν το P/E ΔΒ του πλοίου τεθεί σε

κατάσταση για λήψη της εκπομπής του Radar Beacon, το εγκλωβίζει και παρέχει στη συνέχεια πολύ ακριβή στοιχεία της θέσεως που αυτό βρίσκεται (διόπτρευση και απόσταση).

Με γνωστή την θέση του στόχου ως προς την θέση του Radar Beacon είναι εύκολος στην συνέχεια ο προσδιορισμός των απαιτούμενων στοιχείων τα οποία θα πρέπει να εισαχθούν στο ΣΔΒ (στοιχεία θέσεως στόχου ως προς το Radar Beacon) ώστε τηρούμενης της LOS επί του Radar Beacon το πρόβλημα ΔΒ να επιλύεται ως προς τον πραγματικό στόχο και η βολή να εκτελεστεί εναντίον του.

Είναι προφανές ότι η μέθοδος αυτή έμμεσου ναυτικού βομβαρδισμού αν και πολύ ακριβής αναμένεται να έχει πολύ μικρή εφαρμογή λόγω των προϋποθέσεων που την συνοδεύουν. Για τον λόγο αυτό για τα νεώτερα ΣΔΒ πυροβολικού δεν αναπτύσσονται αντίστοιχα Radar Beacons, π.χ. για το ΣΔΒ MK 37 και γενικώτερα για τα P/E ΔΒ MK 25, MK 35, MK 53 και MK 53A είχε αναπτυχθεί το Radar Beacon AN/TPN-7 με συχνότητες λειτουργίας κυμαινόμενες μεταξύ 8,9-9,4 GHz που παρείχε ακρίβεια στην απόσταση, ± 16 yds και του οποίου ο λωβός ήτο 120° κατά το οριζόντιο επίπεδο και 30° κατά το κατακόρυφο.

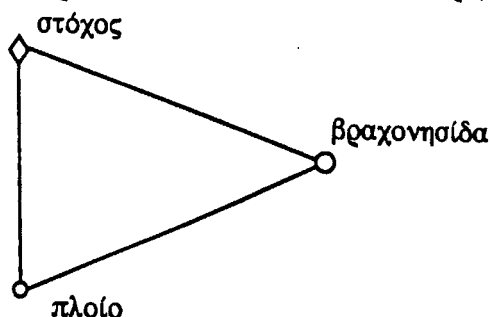
(3) Μέθοδος κλειστού βρόγχου (close loop method)

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται αφ' ενός μεν όταν στην περιοχή υπάρχει ένα κατάλληλο καταφανές σημείο επί του οποίου είναι δυνατό να αποκατασταθεί η LOS, αφ' ετέρου δε όταν το ΣΔΒ το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, έχει την δυνατότητα να τίθεται σε ανάλογη κατάσταση λειτουργίας.

Αναλυτικότερα και σύμφωνα με την μέθοδο αυτή, το ραντάρ του ΣΔΒ εγκλωβίζει σ' ένα κατάλληλο βοηθητικό σημείο το οποίο βρίσκεται στην περιοχή όπως π.χ. μία βραχονησίδα, ένα μεταλλικό πυλώνα, ένα σημαντήρα που έχει ποιντιστεί για το σκοπό αυτό κ.λ.π. Στον υπολογιστή επίσης του ΣΔΒ τίθεται η διόπτρευση-απόσταση του στόχου από το βοηθητικό σημείο καθώς επίσης και όλα τα συνήθως απαιτούμενα για την επίλυση του προβλήματος ΔΒ στοιχεία.

Στο σχήμα 9.4-2 παρουσιάζεται η διάταξη του εν λόγω προβλήματος ΔΒ στο οριζόντιο επίπεδο. Το παρατηρούμενο στο σχήμα αυτό τρίγωνο η βρόγχος, είναι

δυνατό να επιλυθεί από τον υπολογιστή του ΣΔΒ, και βάσει των γνωστών στοιχείων να υπολογιστεί η άγνωστη του πλευρά η οποία συνδέει το πλοίο με το στόχο. Κατ' αυτό τον τρόπο προσδιορίζεται η διόπτρευση και η απόσταση του στόχου, στοιχεία βασικά και απαραίτητα για την επίλυση του προβλήματος Δ.Β.



Σχήμα 9.4-2: Μέθοδος κλειστού βρόγχου

Η μέθοδος αυτή για εκτέλεση έμμεσου ναυτικού βομβαρδισμού είναι από τις πλέον προσιλές στην πράξη λόγω της ακρίβειας, ταχύτητας και ευκολίας την οποία παρουσιάζει στο βάλλον πλοίο, δεδομένου ότι δεν απαιτεί την συμμετοχή του Κ.Π.Μ. στην εσωτερική διαδικασία του πλοίου για την εκτέλεση του βομβαρδισμού.

Όσον αφορά την σχετική θέση του βοηθητικού σημείου ως προς τον στόχο, αυτή θα πρέπει ασφαλώς να επιλέγεται μέσα στα όρια που καθορίζουν οι τεχνικές προδιαγραφές του υπολογιστού του χρησιμοποιούμενου ΣΔΒ.

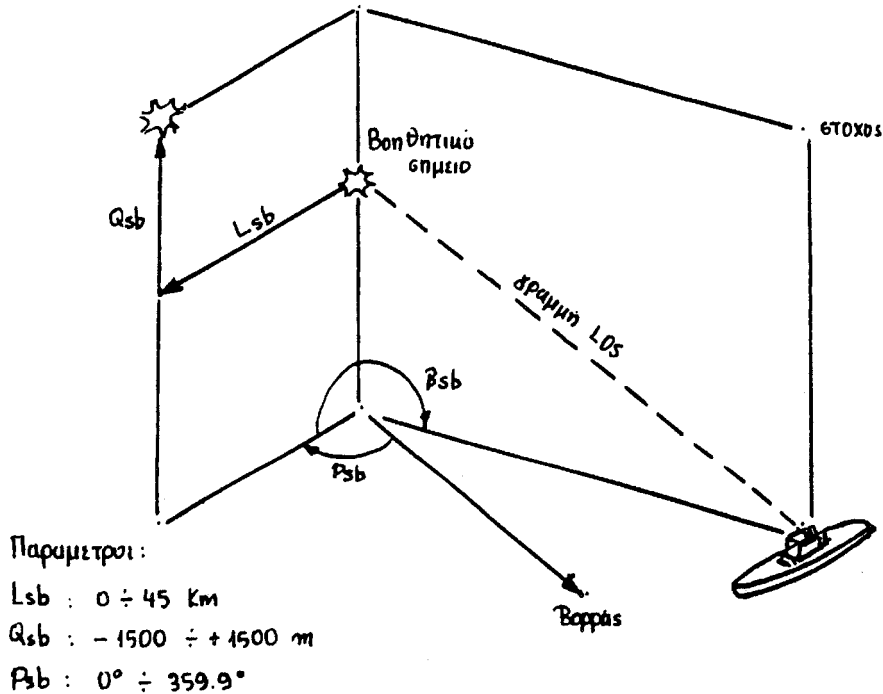
Για παράδειγμα το ΣΔΒ NA-21 σε κατάσταση λειτουργίας για βομβαρδισμό κλειστού βρόγχου, απαιτεί την τοποθέτηση στον υπολογιστή του των ακόλουθων στοιχείων που συνδέουν το βοηθητικό σημείο με το στόχο Q_{sb} , P_{sb} και L_{sb} τα οποία παρουσιάζονται στο σχήμα 9.4-3.

Οι τιμές αυτών είναι δυνατόν να κυμαίνονται σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του συστήματος ως ακολούθως:

L_{sb} : 0 έως 45 Km

Q_{sb} : -1500 έως +1500 m

P_{sb} : 0 έως 359.9°.



Σχήμα 9.4-3 : Απεικόνιση παραμέτρων χρησιμοποιούμενων κατά τον βομβαρδισμό με τη μέθοδο κλειστού βρόγχου

(4) Μέθοδος ανοικτού βρόγχου (open loop method)

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται όταν το ΣΔΒ το οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, έχει την δυνατότητα να παράγει με σχετική ακρίβεια τα στοιχεία θέσεως του στόχου (διόπτευση, απόσταση) βάσει μιας αρχικής των τιμών η οποία αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο σημείο από το οποίο διέρχεται το πλοίο με την έναρξη της σχετικής διαδικασίας και των στοιχείων κινήσεως του πλοίου (πορεία-ταχύτητα).

Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή επιλέγεται κατ' αρχή ένα κατάλληλο γεωγραφικό σημείο ως αρχικό σημείο για την έναρξη της σχετικής διαδικασίας έμμεσου βομβαρδισμού το οποίο ονομάζεται σημείο μηδέν (0). Στη συνέχεια υπολογίζονται

από τον ναυτικό χάρτη η διόπτρευση και η οριζόντια απόσταση του στόχου από το σημείο 0. Από το στρατιωτικό χάρτη υπολογίζεται το ύψος στο οποίο βρίσκεται ο στόχος. Τα στοιχεία αυτά μαζί με τις απαιτούμενες βλητικές διορθώσεις τοποθετούνται στον υπολογιστή του ΣΔΒ ο οποίος τίθεται σε λειτουργία την στιγμή ακριβώς που το πλοίο διέρχεται ακριβώς από το σημείο 0.

Μετά την διέλευση από το σημείο 0, το πλοίο δύναται να μεταβάλλει την πορεία του και την ταχύτητά του ανάλογα με τις απαιτήσεις της τακτικής καταστάσεως χωρίς να επηρεάζεται πλέον η λύση του προβλήματος ΔΒ, δεδομένου ότι τα στοιχεία θέσεως του στόχου, θα τηρούνται πλήρως ενημερωμένα από τον ίδιο το υπολογιστή του ΣΔΒ.

Η εν λόγω μέθοδος ονομάζεται ανοικτού βρόγχου, σ' αντιδιαστολή με την προηγουμένως αναπτυχθείσα κατά την οποία δημιουργείται ένας κλειστός βρόγχος υπολογισμών μεταξύ των τριών σημείων: θέση πλοίου - βοηθητικό σημείο - θέση στόχου.

Η μέθοδος "ανοικτού βρόγχου" ονομάζεται επίσης και μέθοδος "διελεύσεως από το σημείο μηδέν" επειδή η στιγμή διελεύσεως του πλοίου από το εν λόγω σημείο, συμπίπτει με την χρονική στιγμή $t=0$ αμέσως μετά την οποία αρχίζει η διαδικασία Βομβαρδισμού.

(5) Μέθοδος σταθερής πορείας

Η μέθοδος αυτή κατά κανόνα δεν παρέχει ικανοποιητική ακρίβεια για να προσβληθεί ένας σημειακός στόχος. Σε περίπτωση όμως που πρόκειται για στόχο περιοχής, τότε η παρεχόμενη ακρίβεια είναι ικανοποιητική.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται όταν αφ' ενός μεν η τακτική κατάσταση επιβάλλει ο βομβαρδισμός να γίνει εν κινήσει, αφ' ετέρου δε λόγω των περιορισμένων δυνατοτήτων του ΣΔΒ δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άλλη ακριβέστερη μέθοδος.

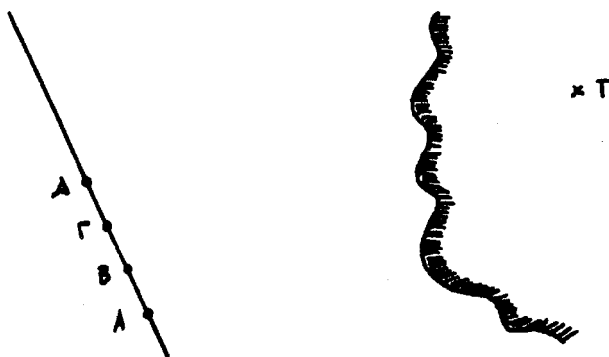
Η μέθοδος αυτή συνίσταται σε διαδοχική χειροκίνητη τοποθέτηση στον υπολογιστή του ΣΔΒ της διοπτρεύσεως και αποστάσεως του στόχου, στοιχεία τα οποία

αντιστοιχούν σε κάθε συγκεκριμένο γεωγραφικό σημείο από το οποίο διερχόμενο το πλοίο εκτελεί βολή.

Σύμφωνα με την μέθοδο αυτή επισημαίνεται κατ' αρχήν πάνω στον ναυτικό χάρτη της περιοχής η θέση του στόχου και στη συνέχεια χαράσσεται η καταλληλότερη πορεία για την εκτέλεση του βομβαρδισμού. Πάνω στην επιλεγείσα πορεία και λαμβάνοντας υπ' όψη την ταχύτητα του πλοίου με την οποία πρόκειται να γίνει ο βομβαρδισμός σημειώνουμε στη συνέχεια τα σημεία εκείνα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την εκτέλεση των βολών.

Η μεταξύ των σημείων αυτών απόσταση είναι τέτοια ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή ακρίβεια βολής και ταχυβολία, λαμβανομένου υπ' όψη ότι σε καθ' ένα από τα εν λόγω σημεία, η βολή γίνεται την στιγμή ακριβώς που το πλοίο διέρχεται από αυτό και έχοντας εγκαίρως προτοποθετήσει στον υπολογιστή τα αντιστοιχούντα για το σημείο αυτό στοιχεία θέσεως στόχου (διόπτευση - απόσταση).

Στο σχήμα 9.4-4 απεικονίζεται επί οριζοντίου επιπέδου ένα πρόβλημα διευθύσεως βολής βομβαρδισμού με τη μέθοδο σταθερής πορείας όπως αυτό γενικά παρουσιάζεται στην πράξη.



Σχήμα 9.4-4: Μέθοδος βολής βομβαρδισμού με σταθερή πορεία

Σε μία ακραία περίπτωση κατά την οποία το ΣΔΒ είναι εκτός λειτουργίας ενώ τα πυροβόλα του συστήματος έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν σε τοπικό έλεγχο, είναι δυνατό με ανάλογη ακρίβεια η εν λόγω μέθοδος να χρησιμοποιηθεί και πάλι όπως περιγράφηκε με τη διαφορά όμως ότι για κάθε επιλεγέν σημείο βολής στη πορεία βομβαρδισμού, θα πρέπει να υπολογίζεται περαιτέρω η

στροφή και ύψωση των πυροβόλων βάσει της αντιστοιχούσης για το σημείο αυτό διοπτρεύσεως και αποστάσεως του στόχου.

(6) Μέθοδος σταθερού σημείου

Η βολή έμμεσου βομβαρδισμού από σταθερό γεωγραφικό σημείο μπορεί στην πράξη να υλοποιηθεί με αγκυροβολία του πλοίου στο σημείο αυτό ή με κράτηση των μηχανών του και τήρηση θέσεως και επιθυμητής αναπρωρήσεως για λόγους τομέα πυροβόλων ή και με πόντιση στο εν λόγω σημείο ενός σημαντήρα για επισημάνση του επιλεγέντος σημείου βολής.

Η βολή αυτή θα πρέπει κατά κανόνα να προτιμάται όταν η τακτική κατάσταση το επιτρέπει διότι σε σχέση με την περίπτωση που το πλοίο βρίσκεται εν κινήσει και ανεξάρτητα με τις δυνατότητες του ΣΔΒ παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ενός μεν λόγω μηδενισμού των τιμών ορισμένων σφαλμάτων που εμφανίζονται κατά την διαδικασία επιλύσεως προβλήματος ΔΒ βομβαρδισμού με το βάλλον πλοίο κινούμενο, απ' ετέρου δε λόγω του περιορισμού του μεγέθους ορισμένων άλλων σφαλμάτων.

Κατά την εν λόγω μέθοδο υπολογίζεται από το ναυτικό χάρτη η διόπτρευση και η απόσταση του στόχου από το επιλεγέν σημείο βολής ενώ το ύψος του στόχου προσδιορίζεται από τον στρατιωτικό χάρτη. Τα στοιχεία αυτά τοποθετούνται στον υπολογιστή του ΣΔΒ μαζί με τα υπόλοιπα απαιτούμενα στοιχεία για την επίλυση του προβλήματος βολής.

Είναι προφανές ότι κατά την μέθοδο αυτή τα στοιχεία θέσεως του στόχου (διόπτρευση - απόσταση) παραμένουν σταθερά. Ως εκ τούτου η λύση την οποία θα δίδει ο υπολογιστής θα σχετίζεται πάντα με το σταθερό επιλεγέν σημείο από το οποίο θα πρέπει να γίνεται η βολή.

9.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΒΟΛΗΣ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ

α. Γενικά

Οι γενικές αρχές της πυροβολικής για τη διεύθυνση βολής ισχύουν και στη περίπτωση του ναυτικού βομβαρδισμού. Οι σχετικές όμως διαδικασίες παρουσιάζονται

ζουν ορισμένες διαφορές ιδιαίτερα όταν το βάλλον πλοίο συνεργάζεται με παρατηρητή.

Η παρατήρηση των πτώσεων είναι προφανώς μία απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου όπως κατά το βομβαρδισμό εκτελεστεί αποτελεσματική διεύθυνση της βολής. Η παρατήρηση αυτή ανάλογα με τα διατιθέμενα μέσα και τις επικρατούσες συνθήκες είναι δυνατό να γίνεται είτε από το ίδιο το βάλλον πλοίο (όπως στην περίπτωση του άμεσου βομβαρδισμού και από σχετικά μικρές αποστάσεις όταν υπάρχει η απαιτούμενη ορατότητα) είτε από παρατηρητή (ο οποίος είναι δυνατόν να είναι επί της ξηράς ή η παρατήρηση να γίνεται από ελικόπτερο ή αεροσκάφος).

Εφ' όσον λοιπόν η παρατήρηση γίνεται από το βάλλον πλοίο, οι διαδικασίες ΔΒ είναι κατά κανόνα όμοιες με τις ακολουθούμενες στην βολή επιφανείας. Όταν όμως χρησιμοποιείται παρατηρητής τότε οι διαδικασίες γίνονται πολύπλοκες και σχετικά πιο βραδείες διότι:

(1) Δημιουργείται η ανάγκη χρήσεως τηλεπικοινωνιακών μέσων (ραδιοτηλεφωνία) για την επικοινωνία παρατηρητού με το βάλλον πλοίο για την ανταλλαγή πληροφοριών.

(2) Δημιουργείται η ανάγκη μετατροπής των διορθώσεων ΔΒ τις οποίες ο παρατηρητής δίδει στο βάλλον πλοίο ως προς την γραμμή παρατηρητής - στόχος σε διορθώσεις ως προς την γραμμή πυροβόλο - στόχος και οι οποίες τελικά θα τοποθετηθούν στο Σ.Δ.Β.

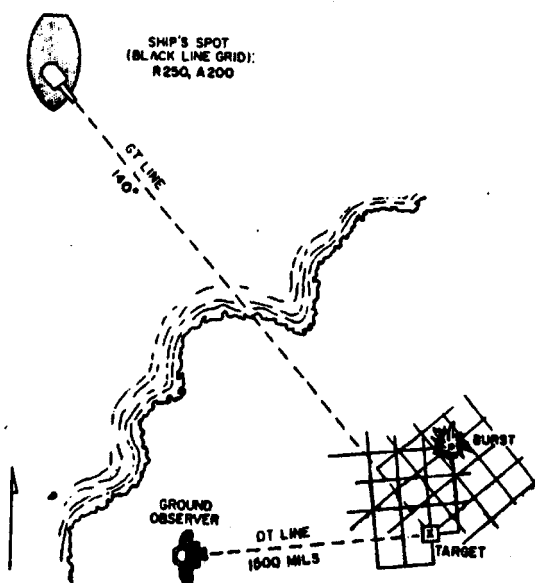
(3) Για την αντιμετώπιση και μόνο των προαναφερθέντων αναγκών αυξάνονται κατά κανόνα τόσο οι θέσεις όσο και το προσωπικό του βάλλοντος πλοίου που οργανωτικά και λειτουργικά μετέχει στη διαδικασία ΔΒ. Οι πρόσθετες αυτές απαιτήσεις αντιμετωπίζονται συνήθως στο κέντρο πληροφοριών μάχης (Κ.Π.Μ.) τουλάχιστον από ένα αξιωματικό (Αξιωματικός σύνδεσμος πυροβολικού).

Από το οπτικό πρίσμα λοιπόν της πυροβολικής, κατά τον ναυτικό βομβαρδισμό παρουσιάζονται δύο νέες διαδικασίες εκ των οποίων η πρώτη αφορά την προαναφερθείσα μετατροπή των διορθώσεων ΔΒ και η δεύτερη τη συνεργασία

βάλλοντος πλοίου - παρατηρητού. Οι διαδικασίες αυτές αναπτύσσονται αναλυτικότερα στις επόμενες παραγράφους.

β. Μετατροπή διορθώσεων ΔΒ κατά τον ναυτικό βομβαρδισμό

Στο σχήμα 9.5-1 απεικονίζεται σε κάτοψη ένα πρόβλημα ναυτικού βομβαρδισμού και μπορεί να χαρακτηριστεί σαν αντιπροσωπευτικό για την παρουσίαση του θέματος της απαιτούμενης μετατροπής των διορθώσεων Δ.Β.



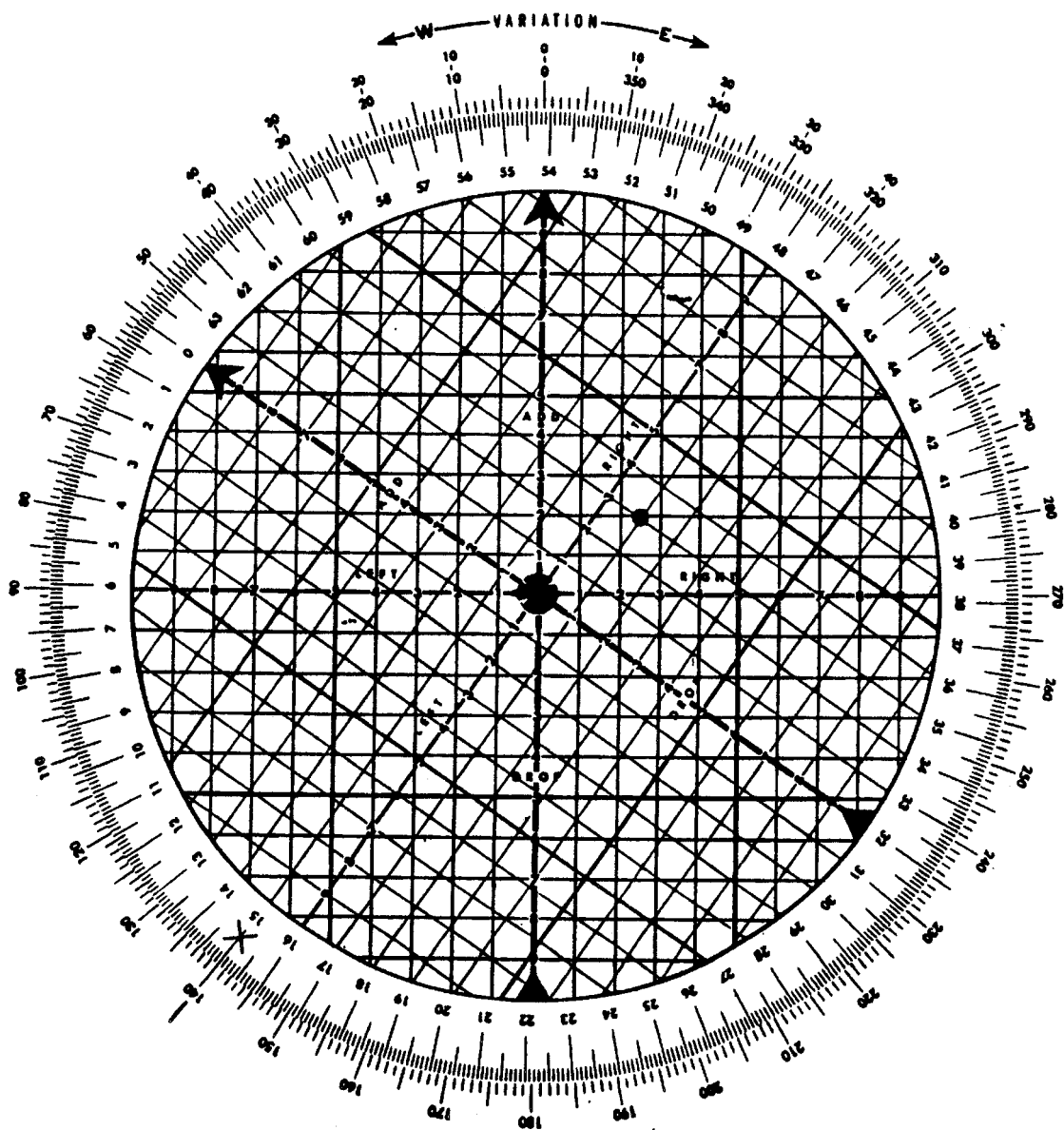
Σχήμα 9.5-1: Εφαρμογή διορθώσεων ΔΒ κατά τον ναυτικό βομβαρδισμό

Ο παρατηρητής όπως φαίνεται στο σχήμα είναι εστραμμένος προς την κατεύθυνση του στόχου και εκτελεί παρατήρηση της βολής, αναφορικά με σύστημα εσχάρας (ερυθράς) την οποία φαντάζεται προσανατολισμένη ως προς την γραμμή παρατηρητής στόχος (ή OTL από τα αρχικά των λέξεων Observer Target Line) και η οποία είναι η γραμμή αναφοράς του παρατηρητού). Όταν ο παρατηρητής αντιληφθεί την πτώση του βλήματος στο σημείο που παρουσιάζεται στο σχήμα, οι διορθώσεις ΔΒ τις οποίες θα μεταβιβάσει στο βάλλον πλοίο θα είναι προφανώς ΔΕ 300 ΚΑΤΩ 100.

Το βάλλον πλοίο αφού λάβει τις προαναφερθείσες διορθώσεις ΔΒ θα πρέπει να τις μετατρέψει ως προς τη γραμμή πυροβόλο-στόχος (ή GTL από τα αρχικά των λέξεων Gun Target Line η οποία είναι η γραμμή αναφοράς του πλοίου) για

να μπορούν αυτές εφαρμοζόμενες στο ΣΔΒ να επιφέρουν το επιθυμητό αποτέλεσμα (η επόμενη δηλαδή βολή να είναι επί του στόχου).

Από το σχήμα είναι προφανές ότι ως προς το δεύτερο σύστημα εσχάρας η οποία είναι προσανατολισμένη στη γραμμή πυροβόλο-στόχος η αντιστοιχία των προαναφερθεισών διορθώσεων ΔΒ είναι ΔΕ 250, ΑΝΩ 200.



Σχήμα 9.5-2: Ωρολόγιο πτώσεων

Στην πράξη για τη μετατατροπή των διορθώσεων ΔΒ τις οποίες δίδει ο παρατηρητής σε διορθώσεις κατάλληλες για να τοποθετηθούν στο ΣΔΒ, χρησιμοποιείται από το βάλλον πλοίο ένα απλό όργανο το οποίο φαίνεται στο σχήμα 9.5-2 και μοιάζει με διπλό αβάκιο. Το όργανο αυτό καλείται "ωρολόγιο πτώσεων" (grid spot converter).

Το όργανο αυτό αποτελείται από δύο ομόκεντρες πλαστικές πλάκες, εκ των οποίων η μία έχει την δυνατότητα να περιστρέφεται σε κυκλική υποδοχή εντός της άλλης. Η τελευταία η οποία είναι και η μεγαλύτερη, είναι λευκή, αδιαφανής, έχει σχήμα τετραγώνου και χρησιμοποιείται και σαν βάση του οργάνου. Περιθωριακά αυτή φέρει κυκλικές υποδιαιρέσεις σε μοίρες από 0° έως 360° και την επιφάνειά της είναι χαραγμένη με μαύρο χρώμα εσχάρα τετραγώνων (η πλευρά των οποίων θεωρείται ότι αντιστοιχεί σε μήκος 100 yds). Η εσχάρα αυτή αντιπροσωπεύει την εσχάρα αναφοράς του πλοίου που προαναφέρθηκε στο παράδειγμα.

Από τους δύο κύριους ορθογώνιους άξονες της εσχάρας αυτής οι οποίοι διέρχονται από το κέντρο του οργάνου, ο προσανατολισμένος προς την κατεύθυνση 0° είναι και ο πλέον χαρακτηριστικός και κατά την χρήση του οργάνου αντιπροσωπεύει την GTL, του στόχου θεωρούμενου ότι βρίσκεται στο κέντρο.

Η δεύτερη πλάκα η οποία είναι κυκλική, είναι διαφανής και φέρει αντίστοιχη εσχάρα ερυθρού όμως χρώματος, η οποία αντιπροσωπεύει την εσχάρα αναφοράς του παρατηρητή. Περιφερειακά η πλάκα αυτή φέρει κυκλικές υποδιαιρέσεις σε mils από 0 έως 6.400. Ο κύριος άξονας της ο οποίος είναι και ο πλέον χαρακτηριστικός, είναι προσανατολισμένος προς την κατεύθυνση 0 mils και κατά την χρήση του οργάνου αντιπροσωπεύει την γραμμή OTL.

Οι δύο κύριοι άξονες κάθε μιας από τις ανωτέρω περιγραφείσες δύο εσχάρες, φέρουν ενδείξεις ΑΝΩ (ADD) - ΚΑΤΩ (DROP) και ΔΕ (RIGHT) - ΑΡ (LEFT) που αντιπροσωπεύουν κατευθύνσεις αντίστοιχων διορθώσεων ΔΒ.

Η χρήση του ωρολογίου πτώσεων παρουσιάζεται κατωτέρω σε σχέση με το αντιπροσωπευτικό παράδειγμα του σχήματος 9.5-1.

Στο ΚΠΜ ο χειριστής του ωρολογίου πτώσεων πληροφορείται την διόπτρευση

του στόχου, 140° (η πληροφορία αυτή παρέχεται συνήθως από το ΣΔΒ) και με ένα μαρκαδόρο επισημαίνει την διόπτρευση αυτή, πάνω στην αντίστοιχη κυκλική υποδιαίρεση της εξωτερικής πλάκας. Στη συνέχεια πληροφορείται την διόπτρευση (διάθημα) της Ο.Τ.Λ. ότι είναι 1.500 mills (η διόπτρευση αυτή παρέχεται από τον παρατηρητή μέσω του δικτύου ραδιοτηλεφωνίας στο οποίο γίνεται η συνεργασία παρατηρητού-βάλλοντος πλοίου) και με τον μαρκαδόρο επισημαίνει τη διόπτρευση αυτή πάνω στην αντίστοιχη κυκλική υποδιαίρεση της εσωτερικής πλάκας.

Κατόπιν ο χειριστής περιστρέφει την εσωτερική πλάκα μέχρι να ταυτιστούν τα δύο μαρκαρίσματα. Η γωνία την οποία σχηματίζουν τότε οι δύο κύριοι άξονες των δύο πλακών, προσδιορίζουν την γωνιακή σχέση των GTL και OTL.

Όταν στη συνέχεια ο χειριστής λάβει από τον παρατηρητή τη διόρθωση ΔΕ 300 ΚΑΤΩ 100, την επισημαίνει με τον μαρκαδόρο πάνω στην κόκκινη εσχάρα της εσωτερικής πλάκας όπως στο σχήμα 9.5-2 φαίνεται (κινούμενος από το κέντρο ΔΕΕΙΑ 300 yds και στη συνέχεια ΚΑΤΩ 100) και διαβάζει απ' ευθείας στη μαύρη εσχάρα της εξωτερικής πλάκας τις αντίστοιχες διορθώσεις "ΔΕ 250 ΑΝΩ 200" οι οποίες είναι και οι ζητούμενες διορθώσεις ΔΒ ως προς την GTL.

Οι τελευταίες αυτές διορθώσεις οι οποίες και θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν στον υπολογιστή του ΣΔΒ, αποτελούν διορθώσεις ΔΒ κατ' απόσταση (δηλ. κατά μήκος της G.T.L. και διορθώσεις κατά παρεκτροπή (δηλ. καθέτως προς την G.T.L.). Συνήθως όμως στον υπολογιστή οι εν λόγω διορθώσεις εισάγονται σε yds και mills αντίστοιχα. Για το λόγο αυτό η προαναφερθείσα γραμμική διόρθωση ΔΒ κατά παρεκτροπή των 250 yds θα πρέπει πριν χρησιμοποιηθεί να μετατραπεί σε mills. Για την μετατροπή αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η οριζόντια απόσταση στόχου R_h η οποία στην περίπτωση του παραδείγματος υποτίθεται ότι είναι 10.000 yds. Κατόπιν αυτού και δεδομένου ότι 1 mil υποτείνει 1 yrd στις 1.000 yds, αναλογικά προκύπτει ότι 1 mil υποτείνει 10 yds στις 10.000 yds και επομένως οι 250 yds γραμμικής παρεκτροπής στις 10.000 yds αντιστοιχούν σε γωνιακή παρεκτροπή 25 mills. Στον υπολογιστή επομένως οι τελικές διορθώσεις ΔΒ οι οποίες θα τεθούν στην περίπτωση του παραδείγματος είναι ΔΕ 25 mills και ΑΝΩ 200 yds.

Σε περίπτωση που η χρησιμοποιούμενη μονάς μήκους από το εν χρήσει ΣΔΒ είναι το μέτρο (m), τότε ότι προαναφέρθηκε για υάρδες (yds) ισχύει αντίστοιχα

για μέτρα (m).

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στην περίπτωση κατά την οποία ο παρατηρητής δώσει στο βάλλον πλοίο την κατεύθυνση της O.T.L. σε μοίρες αντί mils, τότε ο χειριστής του ωρολογίου πτώσεων του πλοίου πριν την χρησιμοποίησή της όπως προαναφέρθηκε, θα πρέπει να τη μετατρέψει σε mils. Η μετατροπή αυτή μπορεί να γίνει άμεσα από το ωρολόγιο πτώσεων δια ταυτισμού των αξόνων των δύο εσχάρων του οργάνου (ώστε το 0° της κάτω πλάκας να ταυτιστεί με το 0 mils της άνω) και δια αναγνώσεως απ' ευθείας της αντιστοιχίας μοιρών και mils.

γ. Συνεργασία βάλλοντος πλοίου με τον παρατηρητή

Η συνεργασία βάλλοντος πλοίου με τον παρατηρητή για την διεύθυνση της βολής ακολουθεί μια τυποποιημένη διαδικασία η οποία αποτελείται από συγκεκριμένες πληροφορίες που ανταλλάσσονται μεταξύ των σε μία καθορισμένη σειρά.

Κατωτέρω αναφέρονται οι τίτλοι των πληροφοριών αυτών με αντίστοιχες εννοιολογικές επεξηγήσεις. Στον πίνακα 9.5-1 που ακολουθεί στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα της σχετικής διαδικασίας.

(1) Κλήση πυρός (call fire)

Γίνεται στη προβλεπόμενη συχνότητα ραδιοτηλεφωνίας και δια χρησιμοποιήσεως των εν ισχύει διακριτικών κλήσεως.

(2) Αριθμός στόχου (target number)

Χρησιμοποιείται η προβλεπόμενη από τις επιχειρησιακές οδηγίες αρίθμηση στόχου, η οποία είναι και αντιπροσωπευτική της ταυτότητάς του.

(3) Θέση στόχου (location of target)

Η θέση του στόχου μπορεί να δίδεται με οποιοδήποτε τρόπο αρκεί αυτός να είναι απόλυτα κατανοητός από το βάλλον πλοίο και τον παρατηρητή. Η θέση του στόχου δίδεται συνήθως με τις συντεταγμένες του στον στρατιωτικό χάρτη όπως έχει αναφερθεί στην παράγραφο 9.3β.

(4) Περιγραφή του στόχου (description of target)

Η περιγραφή του στόχου δίδεται με τα απαραίτητα στοιχεία για να μπορέσει το βάλλον πλοίο να προσδιορίσει τις λεπτομέρειες που συνθέτουν την αποστολή του. Η αναφορά αυτή του παρατηρητή περιέχει πληροφορίες για το είδος του στόχου τις διαστάσεις του και το βαθμό καλύψεως του.

(5) Κίνδυνος για φίλια τμήματα (danger to friendly troops)

Όταν υπάρχουν φίλια τμήματα σ' απόσταση 600 έως 1.500 yds από τον στόχο τότε διαβιβάζεται από τον παρατηρητή προς το βάλλον πλοίο το προειδοποιητικό "ΚΙΝΔΥΝΟΣ" (danger) συνοδευόμενο από τη θέση αυτών ως προς τον στόχο π.χ. ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΒΔ 1000. Εάν η εν λόγω απόσταση είναι μέχρι 600 yds τότε ο παρατηρητής διαβιβάζει στο πλοίο το προειδοποιητικό "ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΕΓΓΥΣ" (danger close) συνοδευόμενο και πάλι από τη θέση των φιλικών τμημάτων ως προς τον στόχο π.χ. "ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΕΓΓΥΣ Β. 300".

Όταν η λέξη γενικά "ΚΙΝΔΥΝΟΣ" διαβιβάζεται προς το βάλλον πλοίο τούτο υποχρεούται να ενημερώσει τον παρατηρητή με τις προθέσεις του για την πρώτη ομοβροντία πριν την πυροδότηση. Στις περιπτώσεις αυτές και για λόγους ασφαλείας των φιλικών τμημάτων τίθεται συνήθως από το βάλλον πλοίο μία αυθαίρετη διόρθωση ΔΒ για να αντισταθμιστούν τυχόν αστάθμητοι παράγοντες εξ αιτίας των οποίων η πρώτη ομοβροντία πιθανώς να πέσει σε θέσεις φιλικών τμημάτων (first salvo offset).

(6) Αριθμός πυροβόλων για βολή κανονισμού (number of guns for adjustment)

Ο παρατηρητής σε κανονικές συνθήκες προτείνει τον αριθμό των πυροβόλων που κρίνει σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν για την βολή κανονισμού. Συγκεκριμένα όταν λόγω ορατότητας ή και διαμορφώσεως του εδάφους δυσχεραίνεται ο εντοπισμός και παρατήρηση του σημείου πτώσεως της βολής, είναι προφανές ότι η χρήση περισσότερων πυροβόλων στη βολή κανονισμού βοηθά τον παρατηρητή. Ο εκάστοτε δε αριθμός που δίδεται στην περίπτωση αυτή από τον παρατηρητή αντιπροσωπεύει σωλήνες πυροβόλων που θα χρησιμοποιηθούν.

(7) Οπλισμός (armament)

Ο παρατηρητής καθορίζει τον οπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί για κάθε συγκεκριμένο στόχο π.χ. κύριος οπλισμός κλπ.

(8) Πυρομαχικά (ammunition)

Ο παρατηρητής καθορίζει τον τύπο των πυρομαχικών που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Οι συνήθως χρησιμοποιούμενοι τύποι πυρομαχικών είναι: διατρητικά, εκρηκτικά, φωτιστικά, καπνογόνα και ειδικά βαλιδοφόρα εναντίον στατευμάτων. Όταν γενικά ο τύπος των πυρομαχικών δεν καθορίζεται, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εκρηκτικά βλήματα (high explosives).

(9) Πυροσωλήνας (fuse)

Ο τύπος του πυροσωλήνα που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί καθορίζεται συνήθως από τον παρατηρητή. Οι συνήθως χρησιμοποιούμενοι είναι: μετ' επιβραδύνσεως (fuse delay - base detonating fuse-BDF), ακαριαίος (fuse quick - point detonating fuse-PDF), εγκαιροφλεγής (fuse time air burst with mechanical time fuse MTF) και προσεγγίσεως (fuse VT - air burst with variable time fuse-VTF). Όταν το είδος του πυροσωλήνα δεν καθορίζεται τότε πρέπει να χρησιμοποιείται ο ακαριαίος.

(10) Έλεγχος πυρός (control of fire)

Ο παρατηρητής επίσης καθορίζει την μέθοδο ελέγχου πυρός μεταξύ των ακόλουθων υφιστάμενων σε χρήση μεθόδων.

Παρατηρητής διεθύνων (will adjust)

Είναι η κύρια μέθοδος ελέγχου πυρός. Στην περίπτωση αυτή ο παρατηρητής είναι υπεύθυνος για την διεύθυνση της βολής. Αυτός πληροφορεί το βάλλον πλοίο για τις διορθώσεις ΔΒ σε σχέση με την γραμμή Ο.Τ.Λ. και στη συνέχεια το πλοίο απλώς μετατρέπει τις διορθώσεις αυτές ως προς την G.T.L. και τις τοποθετεί στο Σ.Δ.Β.

Πλοίο διευθύνον (ship will adjust)

Στην περίπτωση αυτή ο παρατηρητής υποδεικνύει τον στόχο και περιγράφει μετά το πέρας της βολής τα αποτελέσματα επί του στόχου. Το πλοίο ως ευρισκόμενο σε ευνοϊκότερη θέση για παρατήρηση βολής (κατόπιν σχετικής προτάσεως του παρατηρητού ή και του ίδιου του πλοίου) αναλαμβάνει τη παρατήρηση και τη διεύθυνση της βολής.

Παρατήρηση αδύνατος (cannot observe)

Στην εν λόγω περίπτωση ο παρατηρητής έχει την πεποίθηση για την ύπαρξη κάποιου στόχου σε μία συγκεκριμένη θέση, πλην όμως λόγω της διαμορφώσεως του εδάφους η παρατήρηση είναι αδύνατη ή όταν συντρέχουν άλλοι λόγοι που επιβάλλουν την εκτέλεση απ' ευθείας δραστηκής βολής εναντίον ενός στόχου χωρίς τη διαδικασία εφαρμογής διορθώσεων ΔΒ (π.χ. παρατήρηση αδύνατη 4 ομοβροντίες).

Σε συνδυασμό με τις ανωτέρω μεθόδους ελέγχου πυρός και ανάλογα με τις απαιτήσεις, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν και οι ακόλουθες δύο εντολές, που αφορούν "έλεγχο χρόνου πυροδοτήσεως".

- Δια παραγγέλματος (at my command)

Χρησιμοποιείται από τον παρατηρητή όταν αυτός επιθυμεί να ελέγχει τον ακριβή χρόνο πυροδοτήσεως. Το παράγγελμα "ΒΟΛΗ" δίδεται αφού προηγουμένως το βάλλον πλοίο αναφέρει "ΕΤΟΙΜΟΝ".

- Όταν είστε έτοιμοι (when ready)

Με την εντολή αυτή ακυρώνεται η προηγουμένως αναφερθείσα εντολή.

(11) Αναμείνατε (delay)

Υποδεικνύει ότι το βάλλον πλοίο δεν είναι έτοιμο να αρχίσει τα πυρά. Η αναφορά αυτή θα πρέπει να συνοδεύεται από εκτιμώμενο χρόνο σε λεπτά στον

οποίο αναμένεται σχετική ετοιμότητα π.χ. ANAMEINATE ENA ΛΕΙΠΤΟ.

(12) Γραμμή πυροβόλα στόχος (bearing of G.T.L.)

Αναφέρεται σε μοίρες ή χιλιοστά μόνο εφ' όσον ζητηθεί από τον παρατηρητή. Η διόπτευση πρέπει να συνοδεύεται από την πληροφορία αν αναφέρεται στον αληθή ή μαγνητικό βορρά ή στον βορρά τετραγωνισμού π.χ. ΓΡΑΜΜΗ ΠΥΡΟΒΟΛΑ ΣΤΟΧΟΣ 290°. ΑΛΗΘΗ

(13) Έτοιμο (ready)

Υποδεικνύει ότι το βάλλον πλοίο είναι έτοιμο για έναρξη πυρός. Χρησιμοποιείται πάντα σε όλες τις περιπτώσεις για την βολή της πρώτης ομοβροντίας. Μεταδίδεται επίσης πριν κάθε βολή εφ' όσον έχει δοθεί από τον παρατηρητή "ΔΙΑ ΠΑΡΑΓΓΕΛΜΑΤΟΣ" όπως προαναφέρθηκε.

(14) Χρόνος πτήσεως (time of flight)

Αναφέρεται σε δευτερόλεπτα όταν ζητηθεί από τον παρατηρητή ή όταν ο παρατηρητής είναι εναέριος.

(15) Βέλος τροχιάς (retex)

Πρέπει να δίδεται όταν ο παρατηρητής είναι εναέριος.

(16) Έβαλε (shot)

Υποδεικνύει ότι έγινε βολή.

(17) Προσοχή τέλος (stand by-out)

Υποδεικνύει ότι σε 5 sec αναμένεται τα βληθέντα βλήματα να φθάσουν στον στόχο. Η αναφορά αυτή δίδεται πάντα εκτός από την περίπτωση που εκτελείται "ΔΡΑΣΤΙΚΗ ΒΟΛΗ". Μία άλλη χρησιμοποιούμενη διαδικασία υποδείξεως στον παρατηρητή της στιγμής της πτώσεως των βλημάτων στο έδαφος αρχίζει ομοίως

πριν 5 sec με την λέξη "ΠΡΟΣΟΧΗ" η οποία επαναλαμβάνεται 2-3 φορές και την στιγμή της εκτιμώμενης αφίξεως του βλήματος στο έδαφος δίδεται η λέξη "ΤΩΡΑ" π.χ. ΠΡΟΣΟΧΗ.... ΠΡΟΣΟΧΗ... ΤΩΡΑ.

(18) Διορθώσεις ΔΒ (spots)

Δίδονται από τον παρατηρητή κατά παρεκτροπή ΔΕΞΙΑ/ΑΡΙΣΤΕΡΑ σε ytds ή m, κατ' απόσταση ΑΝΩ/ΚΑΤΩ σε ytds ή m και καθ' ύψωση ΑΝΩ/ΚΑΤΩ σε ytds, m ή ft. (Προς άρση αμφιβολιών και αποφυγή λάθους συνηθίζεται στις περιπτώσεις διορθώσεων ΔΒ καθ' ύψωση, να γίνεται σχετική διευκρίνιση π.χ. ΑΝΩ 100-ΔΕΞΙΑ 100, ΚΑΘ' ΥΨΩΣΗ ΑΝΩ 50 ft. Όταν επίσης δεν απαιτείται καμμία διόρθωση ΔΒ ή απαιτείται διόρθωση μόνο κατ' απόσταση τότε χρησιμοποιείται το παράγγελμα "ΕΠΑΝΑΛΑΒΑΤΕ" π.χ. ΕΠΑΝΑΛΑΒΑΤΕ ή ΑΝΩ 100 ΕΠΑΝΑΛΑΒΑΤΕ.

(19) Δραστικό πυρ (fire for effect)

Δίδεται από τον παρατηρητή μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας εφαρμογής των διορθώσεων ΔΒ ή όταν συντρέχουν λόγοι για εκτέλεση απ' ευθείας δραστηκής βολής. Αυτή πρέπει να εκτελείται το ταχύτερο δυνατό δια χρησιμοποιήσεως του αριθμού των πυροβόλων και των ομοβροντιών που έχει καθορίσει ο παρατηρητής. Μπορεί επίσης να επαναληφθεί μετά από εφαρμογή ή μη, διορθώσεων ΔΒ.

(20) Άπαντα εβλήθησαν (rounds complete)

Δίδεται από το βάλλον πλοίο μετά την τελευταία ομοβροντία εκτελεσθείσης "Δραστηκής Βολής".

(21) Αόρατη (lost)

Αναφέρεται από τον παρατηρητή όταν δεν μπορέσει ν' αντιληφθεί την πτώση γενομένης βολής. Σε τέτοια περίπτωση μπορούν να ληφθούν τα ακόλουθα μέτρα:

- εφαρμογή κατάλληλων διορθώσεων ΔΒ
- χρησιμοποίηση περισσότερων πυροβόλων
- χρησιμοποίηση καπνογόνων βλημάτων

(22) Μεγάλη διασπορά (large spread)

Δίδεται από τον παρατηρητή όταν η διασπορά κατ' απόσταση ή παρεκτροπή είναι υπερβολική.

(23) Απόκλιση (trand)

Δίδεται από τον παρατηρητή όταν οι πτώσεις των βλημάτων κατά την διαδικασία ΔΒ απομακρύνονται του στόχου.

(24) Περιβολή (straddle)

Δίδεται από τον παρατηρητή όταν οι πτώσεις μίας ομοβροντίας περιβάλλουν τον στόχο.

(25) Στόχος (target)

Δίδεται από τον παρατηρητή όταν οι πτώσεις των βλημάτων είναι επί του στόχου.

(26) Αγνοήσατε (neglect)

Δίδεται από το βάλλον πλοίο για να δείξει ότι η τελευταία βολή πραγματοποιήθηκε με εσφαλμένα στοιχεία και γι' αυτό το λόγο πρέπει να αγνοηθεί. Στην περίπτωση αυτή το πλοίο διορθώνει το σφάλμα και συνεχίζει τη διαδικασία.

(27) Μικτές (mixed)

Δίδεται από τον παρατηρητή για να υποδηλώσει ότι κατά την εφαρμοσθείσα διαδικασία διορθώσεων ΔΒ καθ' ύψος επετεύχθη το επιθυμητό αποτέλεσμα αεροεκρήξεων με ένα μικρό και αποδεκτό ποσοστό εκρήξεων εδάφους.

(28) Επαναλάβετε (repeat)

Δίδεται από τον παρατηρητή όταν επιθυμεί επανάληψη μιας ομοβροντίας ή

βολής χωρίς την εφαρμογή διορθώσεων ΔΒ. Επίσης χρησιμοποιείται από τον παρατηρητή για επανάληψη "δραστηκής βολής" με τον ίδιο όγκο πυρός.

(29) Διασπειρόμενη βολή (spreading fire)

Είναι ένδειξη ότι τα πυρά πρόκειται να κατανεμηθούν πάνω σ' ένα στόχο περιοχής. Δίδεται από τον παρατηρητή ή το βάλλον πλοίο ανάλογα ποιός έχει τον έλεγχο της βολής.

(30) Νέος στόχος (fresh target)

Δίδεται από τον παρατηρητή όταν ένας νέος στόχος απαιτείται να προσβληθεί χρησιμοποιώντας διορθώσεις ΔΒ ως προς τον προηγούμενο στόχο ή νέες συντεταγμένες και μία συνοπτική (όπου τούτο είναι εφαρμόσιμο) διαδικασία αιτήσεως πυρός.

(31) Διακόψατε πυρ (check fire)

Δίδεται από τον παρατηρητή προκειμένου όπως γίνει προσωρινή διακοπή βολής.

(32) Συνεχίσατε (go on)

Ακυρώνει το προηγούμενο παράγγελμα διακοπής πυρός.

(33) Στόχος κατεστράφη (target destroyed)

Δίδεται από τον παρατηρητή στο βάλλον πλοίο για ενημέρωση ότι τα βληθέντα πυρά εναντίον του εν λόγω στόχου επέφεραν το επιθυμητό αποτέλεσμα σύμφωνα με τις ενδείξεις.

(34) Η βολή δεν θα εκτελεστεί (will not fire)

Δίδεται από το βάλλον πλοίο για να ενημερωθεί ο παρατηρητής ότι η βολή δεν θα εκτελεστεί για λόγους ασφαλείας ή άλλους λόγους. Μετά θα πρέπει προ-

φανώς σε κατάλληλο χρόνο να δοθούν αναλυτικότερες σχετικές πληροφορίες στον παρατηρητή για τους λόγους που επιβάλλουν την μη εκτέλεση της βολής.

(35) Να παραμείνει σαν στόχος (record as target)

Δίδεται από τον παρατηρητή για να δείξει στο βάλλον πλοίο ότι ενδεχομένως να απαιτηθεί κάποια στιγμή αργότερα να επαναληφθούν πυρά εναντίον του ίδιου στόχου. Το πλοίο προφανώς θα πρέπει να τηρήσει τ' απαιτούμενα για μία τέτοια περίπτωση στοιχεία στόχου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5-1
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΠΛΟΙΟΥ
ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΟΥ ΓΙΑ Ν. ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟ

A/A	ΚΑΛΩΝ	ΡΑΔΙΟΤΗΛΕΦΩΝΙΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Παρατηρ.	ΠΟΣΕΙΔΩΝ εδώ ΤΟΞΟ- ΤΗΣ. Αποστολή Βολής- Αριθμός στόχου ΕΝΑ Ε- ΠΤΑ - Έτοιμος	- Έχει προηγηθεί η αποκατάστα- ση καλής επικοινωνίας - Διακρι- τικά κλήσεως τα εν ισχύει - Αριθμός στόχου από της επιχειρη- σιακές οδηγίες.
2	Πλοίο	Εδώ ΠΟΣΕΙΔΩΝ - Απο- στολή βολής - Αριθμός στόχου ΕΝΑ ΕΠΤΑ Τέλος	
3	Παρατηρ.	Συντεταγμένες ΔΥΟ ΤΡΙΑ ΜΗΔΕΝ ΕΞΙ ΤΡΙΑ ΕΠΤΑ - Υψόμετρο ΟΚΤΩ ΕΠΤΑ μέτρα - Διόπτρευση ΕΝΑ ΤΡΙΑ ΜΗΔΕΝ. Εχθρικό πυροβολείο - Κίνδυνος εγγύς Βορράς 200-Βλήματα εκρηκτικά- Πυροσωλήνας κρουσίφλε-	- Η διόπτρευση 130 που δίδεται είναι η διόπτρευση παρατηρητής - στόχος. - Εφ' όσον δεν προσδιορίζεται κάτι διαφορετικό η διόπτρευση αυτή θεωρείται ως προς τον αληθή βορρά. - Στο υψόμετρο του στόχου δίδο- νται πάντα οι χρησιμοποιούμενες

		γος-Δύο πυροβόλα-Κύριος οπλισμός-Παρατηρητής διευθύ- νων-Έτοιμος	μονάδες. - Η περιγραφή του στόχου γίνε- ται συνοπτικά και με σαφήνεια.
4	Πλοίο	Συντεταγμένες	- Πλοίο επαναλαμβάνει όλα ακριβώς τα στοιχεία που έδωσε ο παρατηρητής.
5	Πλοίο	Η πρώτη ομοβροντία NO- ΤΙΩΣ 300 -ΕΝΑ ΕΠΤΑ- Έτοιμος για βολή-Έτοι- μος.	- Δεδομένου ότι βορείως του στό- χου και σε απόσταση 200 yds υπάρχουν φίλιες δυνάμεις, το βάλλον πλοίο αποφασίζει η πρώτη ομοβροντία για λόγους ασφαλείας να βληθεί 300 yds νοτίως του στόχου, τοποθετώντας αντίστοιχη διόρθωση στο ΣΔΒ. Ο χρόνος πτήσεως του βλήματος στην εν λόγω περίπτωση δίδεται 17 sec.
6	Παρατηρ.	Η πρώτη ομοβροντία NO- ΤΙΩΣ 300 -ΕΝΑ ΕΠΤΑ ΒΟΛΗ - Έτοιμος.	- Ο παρατηρητής επαναλαμβάνει και η λέξη βολή που δίδει είναι εκτελεστικό για το βάλλον πλοίο.
7	Πλοίο	Έβαλε ... Προσοχή-Τέλος	- Πλοίο εκτελεί βολή. 5 sec πριν η ομοβροντία φθάσει στον προο- ρισμό της δίδει "ΠΡΟΣΟΧΗ" για να προειδοποιήσει τον παρατηρητή να προσέξει για εκτέλεση παρατη- ρήσεως ΔΒ.
8	Παρατηρ.	Αριστερά 400-Άνω 150	- Ο παρατηρητής αναφέρει τις διορθώσεις ΔΒ ως προς τη γραμ- μή παρατηρητής-στόχος. - Οι εν λόγω διορθώσεις είναι κατά παρεκτροπή 400 yds και

			κατ' απόσταση 150 yds.
9	Πλοίο	Αριστερά 400-΄Ανω 150-Τέλος	- Πλοίο επαναλαμβάνει
10	Πλοίο	Έβαλε... προσοχή-Τέλος	- Πλοίο μετατρέπει τις διορθώσεις ΔΒ ως προς τη γραμμή πυροβόλα-στόχος, τις τοποθετεί στο ΣΔΒ και επαναλαμβάνει τη βολή με τα δύο πυροβόλα. - Πλοίο δίδει στον παρατηρητή και πάλι προειδοποίηση για την πτώση των βλημάτων.
11	Παρατηρ.	Δεξιά 100-Έτοιμος	- Διόρθωση κατά παρεκτροπή δεξιά 100 yds ως προς τη γραμμή παρατηρητής-στόχος.
12	Πλοίο	Δεξιά 100-Τέλος	- Πλοίο επαναλαμβάνει
13	Πλοίο	Έβαλε ... προσοχή-Τέλος	- Πλοίο μετατρέπει τη διόρθωση ΔΒ ως προς τη γραμμή πυροβόλα-στόχος, την τοποθετεί στο ΣΔΒ και επαναλαμβάνει τη βολή με τα δύο πυροβόλα. - Πλοίο προειδοποιεί και πάλι τον παρατηρητή για την πτώση των βλημάτων.
14	Παρατηρ.	Τέσσερα πυροβόλα -Τέσσερις ομοβροντίες - Δραστικό πυρ.-Έτοιμος.	- Ο παρατηρητής προχωράει σε οδηγίες για δραστικό πυρ.
15	Πλοίο	Τέσσερα πυροβόλα... Τέλος	- Πλοίο επαναλαμβάνει

16	Πλοίο	Έβαλε - προσοχή - τέλος	- Δίδεται από το βάλλον πλοίο μόνο για την πρώτη ομοβροντία
17	Πλοίο	Άπαντα εβλήθησαν-Τέλος	- Δίδεται μετά το πέρας των τεσσάρων ομοβροντιών.
18	Παρατηρ.	Άνω 50 - Επαναλάβετε - Έτοιμος	- Μετά από σχετική παρατήρηση ο παρατηρητής δίδει διόρθωση ΔΒ και ζητά επανάληψη δραστικού πυρός.
19	Πλοίο	Άνω 50 - Επαναλάβετε - Έτοιμος	Πλοίο αφού μετατρέψει και τοποθετήσει στο ΣΔΒ την αντιστοιχούσα ως προς την LOF διόρθωση ΔΒ, αρχίζει την διαδικασία εκτέλεσως δραστικού πυρός με βολή τεσσάρων ομοβροντιών από τέσσερα πυροβόλα όπως και προηγουμένως.
20	Πλοίο	Έβαλε ... Προσοχή-Τέλος	- Δίδεται μόνο για την πρώτη ομοβροντία
21	Πλοίο	Άπαντα εβλήθησαν-Έτοιμος	- Δίδεται μετά το πέρας των τεσσάρων ομοβροντιών
22	Παρατηρ.	Επαναλάβετε-Έτοιμος	- Ο παρατηρητής είναι ικανοποιημένος με την ακρίβεια της βολής αλλά δεν έχει πεισθεί ότι ο στόχος έχει εξουδετερωθεί. Για τον λόγο αυτό ζητά επανάληψη δραστικού πυρός.
23	Πλοίο	Επαναλάβετε-Έτοιμος	- Δίδεται από το βάλλον πλοίο μόνο για την πρώτη ομοβροντία

24	Πλοίο	Έβαλε ... Προσοχή- Τέλος	- Δίδεται και πάλι μόνο για την πρώτη ομοβροντία
25	Πλοίο	Άπαντα εβλήθησαν - Έ- τοιμος.	- Δίδεται μετά το πέρας των τεσσάρων ομοβροντιών
26	Παρατηρ.	Άπαντα εβλήθησαν - στό- χος κατεστράφη - Πέρας αποστολής βολής	- Ο παρατηρητής επαναλαμβάνει και συνεχίζει με τ' αποτελέσματα της βολής και το τέλος της αποστολής.

9.6. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΒΟΛΗΣ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ

α. Γενικά

Στην περίπτωση του ναυτικού βομβαρδισμού, κατά κανόνα υπάρχει πάντα η ανάγκη "κανονισμού βολής". Ο κανονισμός βολής είναι ως γνωστό μία αρχική διαδικασία κατά την εκτέλεση πυρών, εναντίον ενός στόχου που έχει σκοπό να φέρει το μέσο σημείο πτώσεως (ΜΣΠ) επ' αυτού.

Μετά την επιτυχή εκτέλεση "βολής κανονισμού" είναι προφανές ότι η αποστολή του ναυτικού πυροβολικού οποιαδήποτε και αν είναι αυτή, θα επιτευχθεί ταχύτερα και με τις ελάχιστες αναλώσεις πυρομαχικών.

Η εκτέλεση βολής κανονισμού ασφαλώς περιέχει ορισμένες προϋποθέσεις η σημαντικότερη των οποίων είναι η δυνατότητα παρατηρήσεως. Στην περίπτωση του άμεσου βομβαρδισμού είναι προφανές ότι ο κανονισμός βολής εκτελείται κατά κανόνα όπως και για τη βολή επιφανείας. Στην περίπτωση όμως του έμμεσου βομβαρδισμού για να γίνει κανονισμός βολής υπάρχει ανάγκη συνεργασίας του βάλλοντος πλοίου με παρατηρητή ο οποίος μπορεί να είναι στην ξηρά ή εναέριος (Α/Φ ή Ε/Π). Η διαδικασία αυτή ως μέθοδος κανονισμού βολής φέρει ιδιαίτερη ονομασία και καλείται "ΜΕΘΟΔΟΣ ΛΟΞΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ" επειδή ο παρατηρητής κατά κανόνα δεν βρίσκεται στην ίδια ευθεία με το βάλλον πλοίο και τον στόχο. Το θέμα της μεταξύ βάλλοντος πλοίου και παρατηρητού συνεργασίας στην

περίπτωση αυτή έχει αναπτυχθεί, αναλυτικά στο κεφάλαιο αυτό. Κατόπιν αυτού και προκειμένου όπως ολοκληρωθεί το θέμα, αναφέρονται παρακάτω ορισμένες γενικές αρχές κανόνες και διαπιστώσεις οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη κατά την εκτέλεση της βολής κανονισμού στον ναυτικό βομβαρδισμό.

Όταν ο κανονισμός βολής γίνεται με ομοβροντίες του συνόλου των πυροβόλων που πρόκειται να εκτελέσουν και την βολή καταστροφής τότε αν και οι αναλώσεις πυρομαχικών είναι φαινομενικά μεγαλύτερες, παρέχονται τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Διευκολύνεται η παρατήρηση των πτώσεων
- Γίνεται αμέσως από την πρώτη ομοβροντία αντιληπτό το διάγραμμα διασποράς και η θέση του ΜΣΠ γεγονός το οποίο διευκολύνει τον παρατηρητή στην εκτίμηση των ορθών διορθώσεων Δ.Β.
- Οι σωλήνες των πυροβόλων θερμαίνονται ομοιόμορφα με αντίστοιχη επίδραση στα βλητικά τους χαρακτηριστικά.
- Σε περίπτωση επιτυχίας στην βολή κανονισμού η μετάπτωση στην βολή καταστροφής γίνεται σχεδόν άμεσα με σημαντικά τακτικά πλεονεκτήματα.
- Η πιθανότητα να απαιτηθούν διορθώσεις ΔΒ κατά την διάρκεια της βολής καταστροφής ή και επανάληψη της βολής καταστροφής, περιορίζονται στο ελάχιστο, αντισταθμίζοντας έτσι τις τυχόν πραγματοποιηθείσες, μεγαλύτερες αναλύσεις πυρομαχικών για την βολή κανονισμού.
- Όταν ο παρατηρητής που συνεργάζεται με το βάλλον πλοίο, έχει την δυνατότητα να δίδει διορθώσεις ΔΒ ως προς τη γραμμή βάλλον πλοίο-στόχος αντί της γραμμής παρατηρητής-στόχος, τότε παρέχονται τα ακόλουθα πλεονεκτήματα.**
- Η όλη διαδικασία βομβαρδισμού εξελίσσεται απλούστερα, ταχύτερα και περιορίζονται οι πιθανότητες σφαλμάτων στην εφαρμογή των εν λόγω διορθώσεων.

- Εξοικονομείται προσωπικό του βάλλοντος πλοίου το οποίο μπορεί να ενισχύσει μία άλλη λειτουργική θέση του πλοίου.

Όταν οι πτώσεις των βολών δεν γίνονται αντιληπτές, τότε η χρήση τροχειοδεικτικών βλημάτων ή καπνογόνων κατά κανόνα βοηθά την παρατήρηση.

Οι διορθώσεις ΔΒ που εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να αποβλέπουν να φέρουν το ΜΣΠ της επόμενης ομοβροντίας επί του στόχου οπότε και ολοκληρώνεται ο κανονισμός βολής.

Όταν οι εφαρμοζόμενες σχετικά μικρές σε μέγεθος διορθώσεις ΔΒ δεν επιφέρουν το αναμενόμενο αποτέλεσμα τότε η εφαρμογή δραστηκών διορθώσεων που σκοπό θα έχουν να ελέγξουν αν το ΣΔΒ ανταποκρίνεται στις τιθέμενες διορθώσεις, είναι σκόπιμες π.χ. όταν κατά μία διαδικασία κανονισμού βολής το ΜΣΠ είναι 200 yds μακρύτερα από το στόχο και παρά τις εφαρμοζόμενες διορθώσεις "ΚΑΤΩ 200" τούτο παραμένει εκεί η εφαρμογή μιας διορθώσεως "ΚΑΤΩ 800" (εφ' όσον δεν υπάρχει περιορισμός από θέματα ασφαλείας από φίλια τμήματα στην περιοχή) θα δώσει την δυνατότητα να ελεγχθεί το πρόβλημα και να διαπιστωθεί και αντιμετωπιστεί σχετικά γρήγορα το αίτιο.

β. Οι διορθώσεις ΔΒ κατά τον βομβαρδισμό είναι οι ακόλουθες:

- Διορθώσεις κατ' απόσταση οι οποίες δίδονται ΑΝΩ ή ΚΑΤΩ σε yds ή m (οι μονάδες που χρησιμοποιούνται διευκρινίζονται μόνο όταν κρίνεται σκόπιμο) π.χ. ΑΝΩ 200 (για περίπτωση όπου παρατηρείται ότι οι πτώσεις των βολών είναι βραχείες κατά 200 m).

- Διορθώσεις κατά παρεκτροπή οι οποίες δίδονται ΔΕΞΙΑ ή ΑΡΙΣΤΕΡΑ σε yds ή m (για τις χρησιμοποιούμενες μονάδες ισχύει το προηγούμενο σχόλιο) π.χ. ΔΕΞΙΑ 100 (για περίπτωση όπου παρατηρείται ότι οι πτώσεις των βολών είναι αριστερότερα του στόχου κατά 100 m).

- Διορθώσεις καθ' ύψωση οι οποίες δίδονται ΑΝΩ ή ΚΑΤΩ σε yds, m ή ft

και πρέπει να συνοδεύονται πάντα τόσο με διευκρίνιση ότι αφορούν διόρθωση καθ' ύψος όσο και με διευκρίνιση για τις μονάδες. Οι διορθώσεις βέβαια καθ' ύψωση αναφέρονται στην κατακόρυφη απόσταση του σημείου των αεροεκρήξεων πάνω από το έδαφος, π.χ. αν κατά τη βολή κανονισμού με στόχο εχθρικά στρατεύματα οι εκρήξεις των βλημάτων που χρησιμοποιούνται γίνονται 100 ft πάνω από το έδαφος και είναι επιθυμητό να γίνονται στα 50 ft τότε ο παρατηρητής θα πρέπει να δώσει την σχετική διόρθωση ως ακολούθως: "ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΚΑΘ' ΥΨΩΣΗ ΚΑΤΩ 50 ft".

Για μία πλήρη διαδικασία βολής κανονισμού απαιτούνται μέχρι τρεις ομοβροντίες. Εάν αποκτηθούν περισσότερες τότε το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί κυρίως σ' ένα ή περισσότερους από τους κατώτερους αναφερόμενους λόγους:

- Η βολή γίνεται σε απόσταση μεγαλύτερη από το δραστικό βεληνεκές επιφανείας των πυροβόλων.
- Ασταθής κατάσταση της ατμοσφαιρας με μεταβλητούς ανέμους στην περιοχή.
- Εσφαλμένες εκτιμήσεις δοθεισών διορθώσεων ΔΒ.
- Τα στοιχεία κινήσεως πλοίου στο ενδιάμεσο διάστημα μεταβάλλονται (πορεία - ταχύτητα) και οι μεταβολές αυτές δεν γίνονται αισθητές από το ΣΔΒ.
- Λόγω θαλασσοταραχής το πλοίο κλυδωνίζεται.

Θα πρέπει να σημειωθεί τέλος ότι σφάλματα βολής που απαιτούν για την αντιμετώπισή τους διορθώσεις ΔΒ μεγαλύτερες από 800 yds γενικά δεν είναι αποδεκτά στην πυροβολική.

Σε περίπτωση επίσης που εκτελείται βολή φωτιστικών η βολή κανονισμού σε περίπτωση βολής φωτιστικών αποβλέπει κατά κανόνα την αφή των φωτιστικών 1.500 ft πάνω από τη θέση που βρίσκεται ο στόχος.

9.7. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΒΟΛΗ Ν. ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ

α. Γενικά

Με τον όρο "σύγχρονη βολή" στο ναυτικό βομβαρδισμό, εννοείται γενικά η εκτέλεση πυρών πυροβολικού από δύο ή περισσότερα πολεμικά πλοία εναντίον ενός στόχου στον ίδιο χρόνο. Στις περιπτώσεις αυτές προφανώς πολλαπλασιάζεται ανάλογα με τον αριθμό των συμμετεχόντων πλοίων και ο όγκος πυρός με αντίστοιχες επιχειρησιακές επιπτώσεις.

Η χρησιμοποίηση δύο ή περισσότερων πολεμικών πλοίων για εκτέλεση σύγχρονης βολής ν. βομβαρδισμού ενδείκνυται από τακτικής απόψεως όταν υπάρχει ανάγκη η αποστολή να πραγματοποιηθεί σε μικρό σχετικά χρόνο ή όταν τα στοιχεία γενικά που συνθέτουν την αποστολή επιβάλλουν την χρησιμοποίηση περισσότερων του ενός πολεμικών πλοίων.

β. Μέθοδος διεξαγωγής σύγχρονης βολής

Η σύγχρονη βολή ναυτικού βομβαρδισμού εκτελείται με μία από τις δύο μεθόδους που περιγράφονται κατωτέρω:

(1) Άμεσος βομβαρδισμός

Στην περίπτωση που μπορεί να γίνει αποκατάσταση της LOS επί του στόχου και να εκτελεστεί άμεσος βομβαρδισμός, τότε ένα μόνο από τα πλοία συνεργάζεται με τυχόν υπάρχοντα παρατηρητή. Το πλοίο αυτό αφού εκτελέσει βολή κανονισμού επισημαίνει τον στόχο με ένα καπνογόνο και αρχίζει την βολή καταστροφής. Με την έναρξη της βολής καταστροφής ειδοποιεί τα άλλα συνεργαζόμενα πλοία να αρχίσουν και αυτά την βολή.

Κατά τη φάση αυτή όλα τα συμμετέχοντα πλοία βάλουν ανεξαρτήτως εναντίον του στόχου (όταν απαιτείται οι βολές των να πέφτουν στον στόχο συγχρόνως εφαρμόζεται η αναφερόμενη στην παράγραφο 9.7γ. διαδικασία).

(2) Έμμεσος βομβαρδισμός

Όταν η LOS επί του στόχου δεν μπορεί να αποκατασταθεί, τότε το ένα από τα συμμετέχοντα πλοία συνεργάζεται με τον παρατηρητή και εκτελεί έμμεσο βομβαρδισμό με τη μέθοδο του σταθερού σημείου (αγκυροβολώντας συνήθως στο εν λόγω σημείο). Μετά την επιτυχή βολή κανονισμού λαμβάνει από το Σ.Δ.Β. τα ακριβή στοιχεία της διοπτρεύσεως και αποστάσεως του στόχου και τα μεταβιβάζει στα υπόλοιπα συμμετέχοντα πλοία. Τα πλοία αυτά αποκαθιστούν την L.O.S. επί του σταθερού σημείου (εγκλωβίζοντας π.χ. το εκεί αγκυροβολημένο πλοίο) και στη συνέχεια εκτελούν ανεξαρτήτως έμμεσο βομβαρδισμό με την μέθοδο κλειστού βρόχου (λαμβάνοντας πρόνοια όταν απαιτείται οι βολές των να πέφτουν και πάλι συγχρόνως επί του στόχου σύμφωνα με την αναφερόμενη στην κατωτέρω παράγραφο διαδικασία), η με άλλη κατάλληλη μέθοδο ανάλογα και με τις δυνατότητες του ΣΔΒ που διαθέτουν. Καθ' όλη την διάρκεια του βομβαρδισμού η συνεργασία με τον παρατηρητή γίνεται πάντα με το πρώτο πλοίο που προαναφέρθηκε.

Κατά την μέθοδο αυτή τα παρατηρούμενα σφάλματα της βολής έχουν μία μέση τιμή 100 yds ενώ τα σφάλματα βολής των μεμονωμένων πλοίων ποικίλλουν από 25 μέχρι 200 yds. Ο χρόνος επίσης ενάρξεως πυρός για κάθε πλοίο από την στιγμή που διατάσσεται ο μαζικός βομβαρδισμός ποικίλει από 30 sec μέχρι 120 sec.

γ. Συγχρονισμός βολής

Ο Αξιωματικός που συντονίζει τα πυρά των πλοίων, κατά την σύγχρονη βολή του ναυτικού βομβαρδισμού καθορίζει εφ' όσον τούτο απαιτείται από τακτικής απόψεως το χρόνο κατά τον οποίο τα βαλλόμενα βλήματα πρέπει να φθάσουν στον στόχο. Για τον λόγο αυτό κάθε πλοίο βάλλει τη στιγμή εκείνη που πρέπει, λαμβάνοντας υπ' όψη τον χρόνο πτήσεως ώστε τα βλήματα να φθάσουν στον στόχο την καθορισθείσα στιγμή π.χ. μετά από συγχρονισμό προλογιών καθορίζεται όπως εκτελεστεί μαζικός σύγχρονος βομβαρδισμός από όλα τα συμμετέχοντα πλοία ανά 10 δευτερόλεπτα μετά την 16.30. Τότε όλα τα συμμετέχοντα πλοία προετοιμάζονται και βάλλουν ανεξαρτήτως ώστε την 16ω. 30λ. 10δευτ. να φθάσουν οι πρώτες τους ομοβροντίες στον στόχο και να επακολουθούν οι επόμενες με ενδιάμεσο πάντα χρονικό διάστημα 10 δευτ.

9.8. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΥΡΟΒΟΛΩΝ & ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΩΝ ΓΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗ Ν. ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ

Η επιλογή των πυροβόλων τα οποία θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε μία αποστολή ναυτικού βομβαρδισμού γίνεται αφού ληφθεί υπ' όψη η φύση και το μέγεθος του στόχου και η τυχόν ύπαρξη φίλιων δυνάμεων στην περιοχή.

Για πυρά εγγύς υποστήριξης χρησιμοποιούνται κατά κανόνα πυροβόλα 5" των οποίων τα τεχνικά και επιχειρησιακά χαρακτηριστικά προσφέρονται για βολή εξουδετερώσεως ή καταστροφής στόχων ευρισκόμενων εγγύς φίλιων δυνάμεων. Για περίπτωση πυρών μακράς υποστήριξης πυροβόλα 8" είναι τα πλέον κατάλληλα λόγω της σχετικά μεγάλης των ακρίβειας σε μεγάλες αποστάσεις. Αντίθετα η χρήση των πυροβόλων αυτών για εγγύς υποστήριξη δεν ενδείκνυται λόγω του μεγέθους της ακτίνας δράσεως των θραυσμάτων των εκρυσγνυόμενων βλημάτων. Όταν τέλος πρόκειται για αποστολές που απαιτούνται πυροβόλα διπλής χρήσεως για εγγύς και μακρά υποστήριξη τα πυροβόλα 6" είναι τα πλέον κατάλληλα για τον σκοπό αυτό.

Για εκτέλεση πυρών παρενοχλήσεως ή για πυρά εξουδετερώσεως στόχων ευρισκόμενων εγγύς της ακτογραμμής, τα πυροβόλα 3" είναι τα πλέον ενδεδειγμένα όταν βέβαια και οι αποστάσεις είναι σχετικά μικρές. Σε ανάλογες περιπτώσεις και για αποστάσεις ακόμα μικρότερες (της τάξεως των 4.000 γιάρντς) τότε είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά και πυροβόλα μικρότερου διαμετρήματος όπως π.χ. 30 mm, 35 mm, 40 mm κλπ.

Όσον αφορά τα πυρομαχικά η επιλογή των εξαρτάται από το είδος του στόχου. Επειδή δε, είναι πολύ πιθανό κατά τη διάρκεια ναυτικού βομβαρδισμού να υπάρξει ανάγκη μεταπτώσεως από τον ένα στόχο στον άλλο, το βάλλον πλοίο θα πρέπει να διαθέτει ευελιξία και ετοιμότητα για ν' αναπροσαρμόζει το είδος των βαλλόμενων πυρομαχικών στον ελάχιστο δυνατό χρόνο. Λόγω της ανάγκης αυτής έχει αναπροσαρμοστεί ανάλογα και η πολεμική βιομηχανία με αποτέλεσμα τα παραγόμενα πλέον πυρομαχικά πυροβολικού να καλύπτουν συνεχώς ένα ευρύτερο φάσμα αποστολών.

Τα εκρηκτικά βλήματα με κρουσίφλεγο πυροσωλήνα είναι συνήθως τα πλέον

χρησιμοποιούμενα σε ναυτικό βομβαρδισμό καλύπτοντα ένα ευρύ φάσμα απαιτήσεων. Για τον λόγο αυτό όταν δεν προσδιορίζεται το είδος των πυρομαχικών που πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε μία αποστολή ναυτικού βομβαρδισμού ή όταν τα παρεχόμενα για τον στόχο δεν ήταν αρκετά για προσδιορισμό των πλέον κατάλληλων βλημάτων που θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν εναντίον του, τότε βλήματα εκρηκτικά με πυροσωλήνα κρουσίφλεγο θα πρέπει να χρησιμοποιούνται. Τα βλήματα αυτά κατά κανόνα έχουν πέραν των εκρηκτικών των χαρακτηριστικών και της δραστικότητας των θραυσμάτων των και διατρητικές ικανότητες.

Βλήματα εκρηκτικά με εγκαίροβλεγή πυροσωλήνα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εναντίον ακάλυπτων στρατευμάτων ή ελαφρών εγκαταστάσεων τα οποία για να επιφέρουν το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα θα πρέπει οι αεροεκρήξεις των να γίνονται ακριβώς πάνω από τον στόχο και σε ύψος 25 με 50 ft. Η χρησιμοποίηση εκρηκτικών βλημάτων με πυροσωλήνα VT στις περιπτώσεις αυτές απλουστεύει το πρόβλημα ΔΒ και ρυθμίσεως του χρόνου εκρήξεως του εγκαίροφλεγούς πυροσωλήνα δεδομένου ότι οι εν λόγω πυροσωλήνες VT θα ενεργοποιηθούν αυτομάτως καθώς θα πλησιάσουν τον στόχο σε μία αποτελεσματική απόσταση εκρήξεως.

Εναντίον στόχων θωρακισμένων θα πρέπει κατ' αρχή και εφ' όσον διατίθενται να χρησιμοποιούνται διατρητικά βλήματα με πυροσωλήνα κρουσίφλεγο μετ' επιβραδύνσεως.

Βλήματα RAPs (rocket assisted projectiles) δύνανται να χρησιμοποιούνται εναντίον προσωπικού ή ελαφρών εγκαταστάσεων από σχετικά μεγάλες αποστάσεις πέραν του βεληνεκού των συνήθως εκρηκτικών βλημάτων.

Βλήματα λευκού φωσφόρου (WP) έχει διαπιστωθεί ότι είναι πολύ αποτελεσματικά σε περιπτώσεις που είναι επιθυμητή η δημιουργία καπνοφράγματος, πρόσκληση εμπρησμού, επισήμανση συγκεκριμένου σημείου ή στόχου στην ξηρά ή υποβοήθηση της παρατηρήσεως των πτώσεων των βολών στις περιπτώσεις που εκτελείται διαδικασία βολής κανονισμού ή ακόμα για να δοθεί ένα προσυμφωνηθέν σήμα καπνού με συνεργαζόμενες μονάδες.

Όσον αφορά τέλος τον αριθμό των βλημάτων που θα πρέπει να βληθούν για καταστροφή ή εξουδετέρωση ενός στόχου, το πρόβλημα κατ' αρχήν θα πρέπει να

διευρευνηθεί σύμφωνα με την θεωρία των πιθανοτήτων η οποία αναπτύσσεται σε ιδιαίτερο κεφάλαιο σε συνάρτηση με ορισμένες παραδοχές που θα πρέπει να γίνουν βάσει του είδους του στόχου και των βλημάτων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν εναντίον του.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 9-1: Σε ποία είδη Ναυτικού Βομβαρδισμού όπως αυτός διακρίνεται από τακτικής απόψεως τα πυρά εκτελούνται χωρίς να έχει προηγηθεί προσχεδιασμός και προετοιμασία;
- 9-2: Ποία η διαφορά μεταξύ άμεσου και έμμεσου βομβαρδισμού;
- 9-3: Για να ελεγχθεί εάν ένας στόχος που βρίσκεται πίσω από ένα προκάλυμμα μπορεί να προσβληθεί από Ναυτικό Πυροβολικό ποία στοιχεία απαιτείται να προσδιορισθούν προηγουμένως;
- 9-4: Ποιές μέθοδοι βολής βομβαρδισμού απαιτούν την χρήση Ραντάρ ΔΒ;
- 9-5: Ταξινομήστε τις μεθόδους βολής βομβαρδισμού από την άποψη ακρίβειας και ταχύτητας αντιδράσεως.
- 9-6: Σε ποία περίπτωση και υπό ποίες προϋποθέσεις είναι δυνατό να εκτελεσθούν πυρά βομβαρδισμού με το βάλλον πλοίο αγκυροβολημένο;
- 9-7: Ποία τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα όταν η βολή κανονισμού κατά τον Ναυτικό Βομβαρδισμό εκτελείται με την χρησιμοποίηση του συνόλου των πυροβόλων που ελέγχονται από το ΣΔΒ;
- 9-8: Τι μεγέθους σφάλματα πτώσεων των βολών είναι αποδεκτά στον ναυτικό βομβαρδισμό από την Πυροβολική;
- 9-9: Τι πλεονεκτήματα και τι μειονεκτήματα παρουσιάζει η σύγχρονη βολή βομβαρδισμού από δύο ή περισσότερα πλοία;
- 9-10: Τι βλήματα και πυροσωλήνες πρέπει να χρησιμοποιούνται στα εκπαιδευτικά πυρά ναυτικού βομβαρδισμού;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΒΟΛΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

10.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην "Βολή φωτιστικών" επιδιώκεται γενικά ο φωτισμός ενός στόχου ή μιας περιοχής. Βολή φωτιστικών επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συνθηματική επικοινωνία πλοίων με συνεργαζόμενες φίλιες μονάδες ξηράς κ.λ.π.

Αναλυτικότερα βολή φωτιστικών είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί στις ακόλουθες περιπτώσεις.

α. Φωτισμό στόχου (για αναγνώριση ή για παρατήρηση ή για διαπίστωση των αποτελεσμάτων προηγηθείσας βολής καταστροφής κλπ).

β. Φωτισμό θαλάσσιας περιοχής (για έρευνα και διάσωση).

γ. Φωτισμό περιοχής ξηράς (για αποκάλυψη εχθρικών θέσεων ή κινήσεων κλπ.).

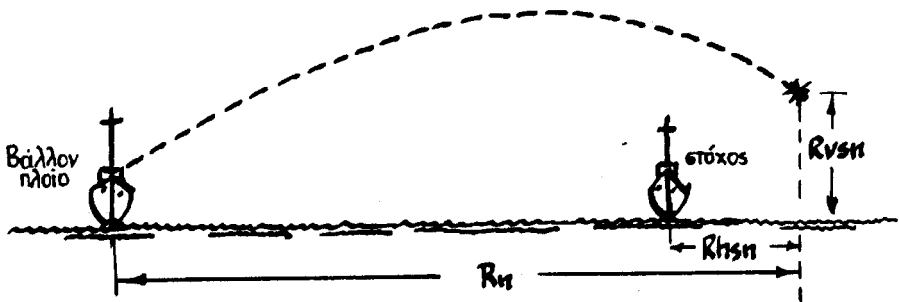
δ. Βολή φωτιστικών με προσχεδιασμένη συνθηματική έννοια (π.χ. για έναρξη σύντομης δράσεως πλοίων και φιλίων δυνάμεων ξηράς κλπ).

ε. Βολή φωτιστικών για παραπλάνηση Κ/Θ βλήματος το οποίο προσελκύεται από πηγή θερμότητας.

Προκειμένου να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα φωτισμού ενός στόχου, είναι προφανές ότι το βαλλόμενο φωτιστικό βλήμα θα πρέπει να ανάψει σε μία ορισμένη θέση στον χώρο. Η θέση αυτή προσδιορίζεται σχετικά με τη θέση του στόχου και εξαρτάται από την κατάσταση της ατμόσφαιρας (ομίχλη, σύννεφα, άνεμος κλπ.) τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτισμού και την απόσταση βάλλο-

ντος πλοίου και στόχου. Κατόπιν αυτών είναι προφανές ότι η βολή φωτιστικών σε κάποια συγκεκριμένη περίπτωση είναι δυνατόν να απαιτήσει διορθώσεις ΔΒ μέχρι όπου επιτευχθεί ο βέλτιστος φωτισμός. Στην πράξη έχει αποδειχθεί ότι ο βέλτιστος φωτισμός ενός στόχου με χρήση φωτιστικών 5" επιτυγχάνεται κατά κανόνα με αφή αυτών 1.500 yds πίσω από τον στόχο και 2.000 ft πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας ενώ με φωτιστικά 3" τα μεγέθη αυτά περιορίζονται σε 800 yds και 1.200 ft αντίστοιχα.

Σε περίπτωση που επιδιώκεται ο φωτισμός στόχου ευρισκόμενου στην ξηρά τότε ο βέλτιστος φωτισμός για παρατηρητή εναέριο ή επί της ξηράς επιτυγχάνεται με αφή των φωτιστικών κατά κανόνα άνωθεν του στόχου και σε ύψη αντίστοιχα με τα προαναφερθέντα για στόχο θαλάσσης.



Σχήμα 10.1-1: Φωτισμός στόχου

10.2. ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΒ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 5.4δ, η βασική ιδιαιτερότητα στην επίλυση του προβλήματος ΔΒ φωτιστικών είναι η αδυναμία εκτελέσεως απ' ευθείας μετρήσεων των στοιχείων θέσεως του επιθυμητού σημείου αφής των φωτιστικών. Κατόπιν αυτού παρίσταται ανάγκη τα στοιχεία αυτά να προσδιορίζονται έμμεσα από το ΣΔΒ (από τα στοιχεία θέσεως του στόχου και τη σχετική θέση του εν λόγω σημείου αφής των φωτιστικών ως προς τον στόχο) ή να προσδιορίζονται από τα δεδομένα του προβλήματος και να τοποθετούνται άμεσα ή έμμεσα στο ΣΔΒ (ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος). Από τη στιγμή δε που είναι γνωστά στο ΣΔΒ τα στοιχεία θέσεως του σημείου αφής των φωτιστικών, η επίλυση του αντίστοιχου προβλήματος ΔΒ εξελίσσεται κανονικά και όπως περιγράφηκε στο κεφάλαιο 5. Το θέμα υπολογισμού του χρόνου πυροσωλήνα το οποίο

έχει ιδιαίτερη σημασία στη βολή φωτιστικών έχει γενικά αναπτυχθεί στην παρ. 5.3 β (4). Όλοι δε οι παράμετροι του προβλήματος βολής φωτιστικών αποκαλούνται δια της προσθήκης συνήθως της λέξεως "φωτιστικών" μετά την γνωστή των ονομασία, π.χ. ύψωση φωτιστικών, απόσταση φωτιστικών κλπ. και συμβολίζονται με την προσθήκη του γράμματος "n" στον βασικό συμβολισμό τους.

Αναλυτικά και μέσα στα πλαίσια των απαιτήσεων της πυροβολικής, η επίλυση του προβλήματος ΔΒ φωτιστικών χωρίς την χρήση υπολογισμού μπορεί να γίνει ως ακολούθως:

α. Υπολογισμός της στροφής πυροβόλου Bdg'n

Την στροφή του πυροβόλου ως προς το διάμηκες την λαμβάνουμε κατά προσέγγιση ίση με την σχετική διόπτρευση B του στόχου τον οποίο επιθυμούμε να φωτίσουμε ή γενικώτερα ίση με την διόπτρευση του σημείου στο οποίο είναι επιθυμητή να γίνει η αφή του φωτιστικού.

β. Υπολογισμός της υψώσεως του πυροβόλου Edg'n

Ο υπολογισμός της υψώσεως του πυροβόλου Edg'n ως προς το επίπεδο κατασρώματος δεν έχει πρακτική τουλάχιστο αξία δεδομένου ότι και με τις πλέον ιδανικές συνθήκες η σκοπευτική γραμμή υπόκειται σε κάποιο προνευστασμό με αποτέλεσμα η ύψωση του πυροβόλου ως προς το επίπεδο κατασρώματος να μεταβάλλεται συνεχώς. Για τον λόγο αυτό υπολογίζεται η ύψωση του πυροβόλου Egn ως προς το οριζόντιο επίπεδο και η βολή εκτελείται με επιλεγόμενη τιμή προνευστασμού (level) της σκοπευτικής γραμμής μηδέν ($Ei=0$) ώστε την στιγμή της βολής να ικανοποιείται η σχέση $Edg'n = Egn$.

Η γωνία Egn υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Egn = En + Vn \quad (10.1-1)$$

όπου:

En : η ύψωση πάνω από το οριζόντιο επίπεδο του επιθυμητού σημείου αφής των φωτιστικών όπως φαίνεται στο σχήμα 10.2-1.

στικών R_{hp} η οποία αναφέρεται στην 1η στήλη.

Παράδειγμα: Από τους προαναφερθέντες πίνακες και με οριζόντια απόσταση αψής φωτιστικών $R_{hp}=10.000$ yds και για αψή αυτού 2.000 ft πάνω από το οριζόντιο επίπεδο, $R_{vsn} = 2.000$ ft, η ύψωση του πυροβόλου δίδεται ίση με 922' ($E_{gn} = 922'$).

Σημείωση: Οι προαναφερθέντες πίνακες έχουν δύο τμήματα εκ των οποίων το πρώτο αναφέρεται σε βολή φωτιστικών σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις (5.000 έως 15.000 yds) με χρήση φυσιγών πλήρους γομώσεως ενώ το δεύτερο αναφέρεται σε βολή φωτιστικών σε σχετικά μικρές αποστάσεις (500 έως 7.500) με χρήση φυσιγών ελλειπτικής γομώσεως ώστε να μη καταστρέφεται (σχιζεται) το αλεξίπτωτο του φωτιστικού λόγω της σχετικά υψηλής ταχύτητάς του.

γ. Υπολογισμός πυροσωλήνα T_{n5}

Όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 5.3 β(4) η διαταγή πυροσωλήνα T_{n5} είναι συνάρτηση του χρόνου πτήσεως T_{n2} και του νεκρού χρόνου T_g . Στην προκειμένη περίπτωση υπολογίζεται κατ' αρχή ο χρόνος πτήσεως T_{n2} από τους αντίστοιχους πίνακες βολής ή τα τυχόν υπάρχοντα διαγράμματα τροχιών με βάση την παρούσα απόσταση. Εάν στη συνέχεια από τα δεδομένα του προβλήματος διαπιστώνεται ουσιαστική διαφορά της μέλλουσας αποστάσεως φωτιστικών σε σχέση με την παρούσα (διαφορά που συνεπάγεται μεταβολή του χρόνου πτήσεως τουλάχιστο 0,5 sec) τότε ο προαναφερθείς χρόνος πτήσεως T_{n2} θα πρέπει να διορθωθεί ανάλογα για να προσδιοριστεί ο χρόνος πυροσωλήνα T_{n5} ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί στη ρύθμιση των εγκαιροφλεγών πυροσωλήνων των φωτιστικών βλημάτων.

Παράδειγμα: Με τα δεδομένα του προηγούμενου παραδείγματος δηλ. οριζόντια απόσταση $R_{hp} = 10.000$ yds από την στήλη τρία (3) των πινάκων OP 2170 βρίσκουμε $T_{n2} = 22,14$ sec.

Σημείωση: Σε κάθε περίπτωση που απαιτείται χρήση πινάκων βολής ή διαγραμμάτων τροχιών θα πρέπει να επιλέγονται αυτά που αντιστοιχούν στα χρησιμοποιούμενα πυροβόλα και πυρομαχικά.

10.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΟΛΗΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

α. Μέθοδος βολής

Ανάλογα με την τακτική κατάσταση για εκτέλεση βολής φωτιστικών χρησιμοποιείται μία από τις ακόλουθες δύο μεθόδους.

(1) Βολή φωτιστικών με ένα πυροβόλο

Κατά την μέθοδο αυτή το βάλλον πλοίο χρησιμοποιεί ένα μόνο πυροβόλο για βολή φωτιστικών ενώ τα υπόλοιπα ενδεχομένως εκτελούν βολή καταστροφής.

(2) Βολή φωτιστικών καθ' ομοβροντίες

Κατά την μέθοδο αυτή το βάλλον πλοίο χρησιμοποιεί δύο ή περισσότερα πυροβόλα για βολή φωτιστικών και τυχόν υπόλοιπα πυροβόλα ενδεχομένως εκτελούν βολή καταστροφής.

Και στις δύο ως άνω περιπτώσεις την βολή φωτιστικών διευθύνει αρμόδιος Αξιωματικός ο οποίος φέρει τον τίτλο "Αξιωματικός Διευθύνσεως Βολής Φωτιστικών".

β. Βολή φωτιστικών με ένα πυροβόλο

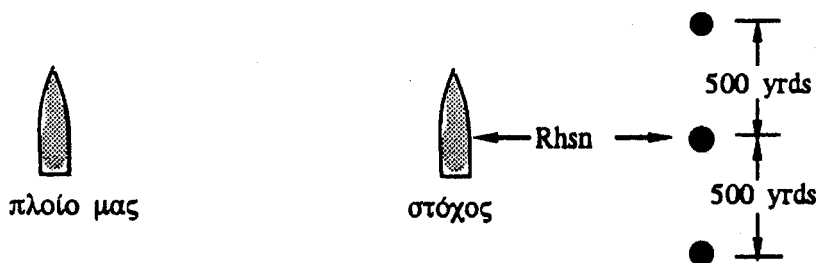
Η εσωτερική οργάνωση του βάλλοντος πλοίου για εκτέλεση βολής φωτιστικών παρουσιάζει ορισμένες διαφορές από πλοίο σε πλοίο ανάλογα με τις δυνατότητες του χρησιμοποιούμενου οπλισμού και τις λοιπές υπάρχουσες επιχειρησιακές απαιτήσεις βάσει της τακτικής καταστάσεως.

Κατά κανόνα όμως μπορεί να λεχθεί ότι για την βολή φωτιστικών με ένα πυροβόλο απαιτείται συνεργασία μεταξύ τριών θέσεων ανάλογα εξοπλισμένων. Οι θέσεις αυτές είναι:

Η θέση ελέγχου (απ' όπου γίνεται η διεύθυνση της βολής) η θέση υπολογι-

σμού των στοιχείων βολής (όπου γίνεται η επεξεργασία και επίλυση του προβλήματος ΔB και υπολογίζονται οι διαταγές προς το πυροβόλο) και το πυροβόλο (το οποίο εκτελεί τη βολή).

Με την έναρξη της βολής βάλονται κατ' αρχήν τρία φωτιστικά για αρχικό φωτισμό με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχυβολία και κατά τρόπο ώστε καθ' ύψωση μεν όλα να ανάψουν στο ίδιο επιλεγέν ύψος αλλά κατά διόπτρευση το μεν πρώτο να ανάψει στην επιθυμητή διόπτρευση, το δεύτερο 500 yds δεξιότερα και το τρίτο 500 yds αριστερότερα από το πρώτο όπως φαίνεται σε κάτωψη στο σχήμα 10.3-1.



Σχήμα 10.3-1: Αρχικός φωτισμός με την βολή τριών φωτιστικών

Προκειμένου να επιτευχθεί το ως άνω αποτέλεσμα είναι προφανώς ότι θα πρέπει να προϋπολογισθούν οι διορθώσεις παρεκτροπής που πρέπει να τεθούν στο πυροβόλο για εκτέλεση της δεύτερης και τρίτης βολής. Π.χ. αν η βολή εκτελεστεί με οριζόντια απόσταση φωτιστικών $Rhsn = 10.000$ yds τότε θα πρέπει να τεθεί παρεκτροπή 50 mills (ή $2,86^\circ$ ή $172'$) δεξιά για την δεύτερη βολή και 50 mills αριστερά για την τρίτη βολή σε σχέση με την διόπτρευση της πρώτης βολής, (δεδομένου ότι 1 mill στους 1.000 yds υποτείνει 1 yd, αναλογικά οι 500 yds στην απόσταση των 10.000 yds υποτείνονται σε γωνία 50 mills).

Η σύγχρονη ως άνω αφή τριών φωτιστικών διευκολύνει την ταχύτερη αναγνώριση του στόχου και των τυχόν απαιτούμενων διορθώσεων ΔB φωτιστικών.

Στην συνέχεια εκτελείται βολή κανονισμού με βολή κάθε φορά ενός φωτιστικού στην επιθυμητή θέση στον χώρο. Η εν λόγω εκτέλεση βολής κανονισμού θα πρέπει να καταβάλλεται προσπάθεια να γίνεται μέσα στα χρονικά πλαίσια που

παρέχονται μέχρις ότου ολοκληρωθεί η καύση των τριών αρχικά βληθέντων φωτιστικών, ο φωτισμός των οποίων διευκολύνει την παρατήρηση και την ολοκληρωμένη αντίληψη του χώρου, στην περιοχή του στόχου. Για την βολή κανονισμού φωτιστικών συνήθως απαιτείται διαδοχική βολή ενός μέχρι τριών φωτιστικών.

Μετά την βολή κανονισμού επακολουθεί η βολή συνεχούς φωτισμού κατά την οποία βάλλεται το ένα μετά το άλλο φωτιστικό βλήμα και με μεταξύ των διάλλειμα ώστε προ της σβέσεως του προηγούμενου να επιτυγχάνεται η αφή του επόμενου.

Η ως άνω περιγραφείσα βασική διαδικασία βολής φωτιστικών με ένα πυροβόλο, ενδεχομένως στην πράξη να απαιτήσει κάποια τροποποίηση ανάλογα με την περίπτωση. Για παράδειγμα όταν είναι επιθυμητός ο συνεχής φωτισμός ενός ταχέως κινούμενου στόχου ή όταν η απόσταση βολής των φωτιστικών είναι σχετικά μεγάλη ή όταν η ορατότητα είναι περιορισμένη, τότε ο συνεχής φωτισμός του στόχου είναι πιθανό να απαιτεί την διατήρηση δύο ή και περισσότερων φωτιστικών βλημάτων συγχρόνως αναμένων στην ίδια ή σε διαφορετική διόπτρευση. Στις περιπτώσεις αυτές αναπροσαρμόζεται ανάλογα η διαδικασία βολής για την διατήρηση του συνεχούς φωτισμού.

γ. Βολή φωτιστικών καθ' ομοβροντίες

Η χρησιμοποίηση δύο ή περισσότερων πυροβόλων για εκτέλεση βολής φωτιστικών συνήθως επιβάλλεται από την ανάγκη αποτελεσματικότερου φωτισμού ή και φωτισμού ευρύτερης περιοχής.

Κατά την μέθοδο αυτή ακολουθείται κατά βάση η προαναφερθείσα διαδικασία βολής ενός πυροβόλου δηλαδή:

- Αρχικός φωτισμός
- Βολή κανονισμού
- Συνεχής φωτισμός

με τη διαφορά ότι τουλάχιστο ο συνεχής φωτισμός εκτελείται με βολή καθ' ομοβροντίες όλων των συμμετεχόντων πυροβόλων.

Κατά την βολή επίσης φωτιστικών και προκειμένου να αποφεύγονται οι λάμπες από τα στόμια των σωλήνων των πυροβόλων μετά την έξοδο των φωτιστικών βλημάτων θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλες προωθητικές πυρίτιδες οι οποίες περιορίζουν τις λάμπες αυτές.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 10-1: Αν κατά την περίπτωση αρχικού φωτισμού ανάψει ένα, δύο, τρία ή κανένα από τα τρία βαλλόμενα φωτιστικά, τι αντίστοιχα συμπεράσματα εξάγονται ως προς τα αίτια του παρουσιαζόμενου προβλήματος;
- 10-2: Αν κατά την περίπτωση αρχικού φωτισμού ο στόχος δεν εντοπίζεται οπτικά τι θα κάνει στην συνέχεια ο Αξιωματικός ΔΒ φωτιστικών για να τον εντοπίσει;
- 10-3: Σε τι αποβλέπει η βολή κανονισμού στην βολή φωτιστικών;
- 10-4: Εκτιμώντας την διάρκεια φωτισμού από ένα φωτιστικό 5" σε 30 sec ανά πόσα sec θα γίνεται βολή φωτιστικού ώστε να διατηρούνται τουλάχιστο δύο φωτιστικά αναμένα στην περιοχή του στόχου;
- 10-5: Αναφέρατε με τι τρόπο θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν φωτιστικά βλήματα ώστε αυτά να συμβάλλουν στην αντιβληματική άμυνα εναντίον IR κατευθυνόμενων βλημάτων;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΘΕΜΑΤΑ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

11.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό το οποίο ουσιαστικά αποτελεί συμπλήρωμα της Πυροβολικής αναφέρονται όλα τα "θέματα Πυροβολικού" τα οποία την πλαισιώνουν και την συμπληρώνουν.

Η αναφορά στα θέματα αυτά γίνεται στη συνέχεια στις παραγράφους που ακολουθούν σε μία δεδομένη σειρά διαδοχής και κατά τρόπο μάλλον περιληπτικό με προσπάθεια να εξασφαλιστεί η αναφορά στις αρχές, στις βασικές έννοιες και στις πληροφορίες που αφορούν τα θέματα αυτά.

Για τυχόν περαιτέρω σπουδή των, ο ενδιαφερόμενος θα πρέπει να συμβουλευτεί ανάλογη συμπληρωματική βιβλιογραφία.

11.2. ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ

Με τον όρο "παράλληλισμός" (alignment) στην Πυροβολική εννοείται κάθε δραστηριότητα η οποία αποβλέπει τόσο σε θεωρητικά όσο και σε πρακτικά πλαίσια, όλα τα στοιχεία ενός ΣΔΒ να έχουν κοινό σημείο αναφοράς κατά την έννοια στροφής και υψώσεως.

Με τον παράλληλισμό λοιπόν επιδιώκεται κατά σειρά να οριστεί, να ελεγχθεί και στη συνέχεια με διορθωτικές εργασίες να εξασφαλιστεί όπως όλες οι σκοπευτικές γραμμές (οπτικές και ηλεκτρομαγνητικές κ.λ.π.) καθώς και οι άξονες των σωλήνων των πυροβόλων ενός ΣΔΒ να είναι μεταξύ των παράλληλων όταν:

- όλοι οι δίσκοι (dials) έχουν την ίδια ένδειξη
- οι διορθώσεις λόγω παραλλάξεως είναι μηδέν
- οι βλητικές διορθώσεις είναι επίσης μηδέν

Ο παραλληλισμός ενός ΣΔΒ περιλαμβάνει διάφορες φάσεις ανάλογα με το οπτικό πρίσμα που εξετάζεται το θέμα. Από μία γενική άποψη ο παραλληλισμός διακρίνεται σε δύο διακεκριμένες μεταξύ των φάσεις. Τον παραλληλισμό που γίνεται σε μόνιμη δεξαμενή κατά την αρχική εγκατάσταση ενός ΣΔΒ σε ένα πλοίο και ονομάζεται **“αρχικός παραλληλισμός”** ή **“παραλληλισμός σε μόνιμη δεξαμενή”** (alignment in drydock) και ο παραλληλισμός που γίνεται όταν το ΣΔΒ είναι εγκατεστημένο σ’ ένα πλοίο και ονομάζεται **“παραλληλισμός εν πλω”** (alignment afloat).

Κατωτέρω αναλύονται περαιτέρω οι ανωτέρω δύο φάσεις του παραλληλισμού.

α. Αρχικός Παραλληλισμός

Ο αρχικός παραλληλισμός όπως προαναφέρθηκε γίνεται πάντα με χρήση μόνιμης δεξαμενής λόγω της φύσεως των εργασιών που γίνονται κατά τη διάρκεια του. Αυτός γίνεται κατά την αρχική εγκατάσταση ενός ΣΔΒ και είναι μια πολύ επιμελημένη και ιδιαίτερα ακριβής σειρά ενεργειών. Αρχικός παραλληλισμός επίσης απαιτείται να γίνει και στις περιπτώσεις αντικαταστάσεως ενός ΣΔΒ ή εκσυγχρονισμού του εφ’ όσον στην τελευταία περίπτωση επηρεάζεται η υφιστάμενη κατάσταση παραλληλισμού του εκσυγχρονιζόμενου ΣΔΒ.

Για τις δραστηριότητες του αρχικού παραλληλισμού, το πλοίο πρέπει να είναι σε μία ορισμένη κατάσταση φόρτου και πλευστότητας όπως αυτό αναμένεται να βρίσκεται την στιγμή που θα κληθεί να χρησιμοποιήσει επιχειρησιακά το εν λόγω ΣΔΒ. Διαφορετικά οι εργασίες αρχικού παραλληλισμού του ΣΔΒ θα γίνουν (λόγω της ελαστικότητας γενικά που παρουσιάζει το πλοίο στο σύνολό του) με σχετική παραμόρφωση του σχήματος του πλοίου “deformation”, με ανάλογες επιπτώσεις στα διάφορα συνεργαζόμενα στοιχεία του ΣΔΒ και στην ακρίβεια της βολής.

Αναλυτικότερα κατά τον αρχικό παραλληλισμό, καταβάλλεται προσπάθεια να εξασφαλιστούν οι ακόλουθες συνθήκες:

(1) Το πλοίο να επιπλέει μέσα στην μόνιμη δεξαμενή και όχι να ακουμπά σε καβαλλέτα. Σε περίπτωση που πνέει άνεμος και διαταράσσεται η απαιτούμενη ηρεμία του πλοίου για τις εκτελούμενες μετρήσεις, τότε υπάρχει ανάγκη να κατε-

βεί η στάθμη της δεξαμενής για να περιοριστεί η δυσμενής ως ανωτέρω επίδραση του ανέμου. Η στάθμη όπως δεν πρέπει να κατεβαίνει πέραν του ορίου εκείνου που εξασφαλίζει απόσταση μεταξύ τροπίδας και καβαλλέτων τουλάχιστο 2 ft για να αποφεύγεται επίδραση δυνάμεων που οφείλονται στον πυθμένα της δεξαμενής.

(2) Όλοι οι φόρτοι τροφίμων, ύδατος, καυσίμων κλπ. να είναι στο 80% (ή προσομοίωση αντιστοίχου βάρους στις αντίστοιχες θέσεις).

(3) Ο φόρτος των πυρομαχικών να είναι στο 100% (ή προσομοίωση αντιστοίχου βάρους στις αντίστοιχες θέσεις).

(4) Το πλήρωμα να είναι στις θέσεις συναγερμού (ή προσομοίωση αντίστοιχων βαρών στις αντίστοιχες θέσεις).

(5) Οι κάβοι που συγκρατούν το πλοίο στην μόνιμη δεξαμενή να είναι κατά το δυνατόν χαλαροί.

(6) Να μη γίνονται οποιεσδήποτε μετακινήσεις βαρών κατά την διάρκεια των εκτελούμενων μετρήσεων και ρυθμίσεων του αρχικού παραλληλισμού.

β. Παραλληλισμός εν πλω

Ο παραλληλισμός που γίνεται στη συνέχεια σε ένα σύστημα εγκατεστημένο σε ένα πλοίο και παρά το γεγονός ότι στο σύνολό του ονομάζεται παραλληλισμός εν πλω, εν τούτοις περιλαμβάνει δραστηριότητες που πρέπει να γίνουν είτε όταν το πλοίο ταξιδεύει ή όταν βρίσκεται εν όρμω ή όταν στα πλαίσια επισκευής μεταβαίνει σε μόνιμη ή πλωτή δεξαμενή.

Ο εν λόγω παραλληλισμός έχει επίσης αρκετά λεπτομερείς διαδικασίες και απαιτήσεις ακριβείας όπως και ο αρχικός παραλληλισμός. Εκτελείται δε κατά κανόνα με το προσωπικό και τα μέσα του πλοίου.

Η εκτέλεση του εν πλω παραλληλισμού αποβλέπει ουσιαστικά στον περιοδικό έλεγχο του συνόλου του παραλληλισμού ενός ΣΔΒ και την εκτέλεση των τυχόν απαιτούμενων ρυθμίσεων για την διατήρηση αυτού μέσα στα πλαίσια των αντι-

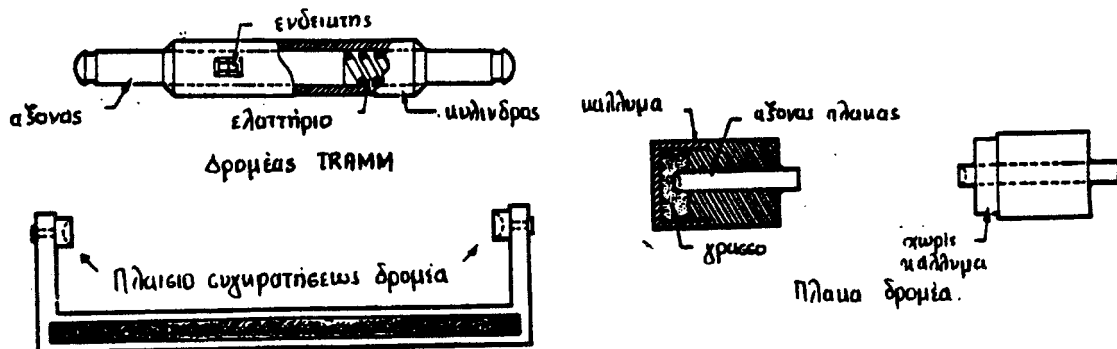
στοίχων τεχνικών προδιαγραφών.

Ο εν πλω παραλληλισμός διακρίνεται περαιτέρω στις ακόλουθες επί μέρους δραστηριότητες.

(1) Εσωτερικός Παραλληλισμός

Ο εσωτερικός παραλληλισμός (internal alignment) περιλαμβάνει όλες εκείνες τις μετρήσεις και ρυθμίσεις που γίνονται σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο ή μονάδα ενός ΣΔΒ π.χ. πυροβόλο, κατευθυντήρα, κεραία ραντάρ ΔΒ κ.λ.π. πριν τούτο εξεταστεί από την άποψη παραλληλισμού σε συσχετισμό με ένα άλλο στοιχείο ή μονάδα του ΣΔΒ.

Στα πλαίσια π.χ. του εσωτερικού παραλληλισμού ενός πυροβόλου θα πρέπει να γίνει έλεγχος ακρίβειας των ενδεικτών στροφής και υψώσεως του με εκτέλεση ελέγχου μεταδόσεων "transmission check" και ελέγχου ακρίβειας ενδείξεων των εν λόγω ενδεικτών με "tramm bars" τοποθετούμενων στα "tram blocs" που απεικονίζονται στο σχήμα 11.2-1.



Σχήμα 11.2-1: Δρομέας (tramm bar) και πλαίσιο συγκρατήσεώς του

Η Βασική αρχή λειτουργίας του οργάνου είναι η τοποθέτηση του πυροβόλου με οδηγό τον δρομέα tramm σε μία συγκεκριμένη στροφή ή ύψωση όπως στο σχήμα 11.2-2 φαίνεται και ανάγνωση του αντίστοιχου ενδείκτου στροφής ή υψώσεως. Η τιμή αυτή θα πρέπει να συμφωνεί ακριβώς με την τιμή που αναγράφεται

ή και υψώσεως που αντιστοιχούν σ' αυτά όταν παρατηρούνται από συγκεκριμένα στοιχεία του ΣΔΒ. Κατά τον τρόπο αυτό ο αρχικός παραλληλισμός αποτυπώνεται μόνιμα στο πλοίο με τα "benchmarks" και μέσω των αναγνώσεων στροφής και υψώσεως που αντιστοιχούν σ' αυτά (και αναφέρονται αναλυτικά στο μητρώο του ΣΔΒ) γίνεται ο περιοδικός έλεγχος παραλληλισμού.

Αναφορικά επίσης με τον εσωτερικό παραλληλισμό της κεραίας ενός ραντάρ ΔΒ, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο όρος "παραλληλισμός εκπομπής ραντάρ" περιλαμβάνει όλες εκείνες τις δραστηριότητες με τις οποίες επιδιώκεται ο παραλληλισμός του άξονα της Η/Μ δεσμής με τον οπτικό (ή γεωμετρικό) άξονα της κεραίας του.

(2) Παραλληλισμός Συστήματος

Ο παραλληλισμός ΣΔΒ αναφέρεται σε μετρήσεις και ρυθμίσεις που γίνονται σ' ολόκληρο το σύστημα. Ο παραλληλισμός αυτός διακρίνεται περαιτέρω σε διάφορες διαδικασίες όπως παραλληλισμός κατά στροφή, παραλληλισμός καθ' ύψωση, έλεγχο μεταδόσεων (transmission check), τελικό έλεγχο κλπ. Ο παραλληλισμός ενός ΣΔΒ είναι δυνατό να γίνεται εν όρμω ή εν πλω ή σε μόνιμη δεξαμενή διαχρησιμοποίησεως αναλόγων μέσων και μεθόδων.

Ο παραλληλισμός κατά στροφή ή καθ' ύψωση περιλαμβάνει τις διαδικασίες εκείνες με τις οποίες ελέγχεται αν όλα τα στοιχεία ενός ΣΔΒ έχουν κοινό σημείο αναφοράς κατά στροφή και καθ' ύψωση αντίστοιχα. Ως σημεία αναφοράς στην προκειμένη περίπτωση χρησιμοποιούνται για μεν τη στροφή ή "center line" του πλοίου κατάλληλα επισημασμένα με "benchmarks" επί των καταστροφμάτων ή και άλλων σταθερών σημείων, για δε την ύψωση ένα συγκεκριμένο επίπεδο το οποίο καλείται "επίπεδο αναφοράς" και επισημαίνεται συνήθως με μία μεταλλική πλάκα μόνιμα και σταθερά εγκαταστημένη σε κατάλληλη θέση στο πλοίο. Η πλάκα επίσης αυτή καλείται "πλάκα αναφοράς". Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις που το επίπεδο αναφοράς ενός πλοίου είναι το επίπεδο περιστροφής ενός κυρίου στοιχείου του οπλισμού του (π.χ. το επίπεδο περιστροφής του Κ/Θ ή του ραντάρ ΔΒ κ.λ.π.).

Ο έλεγχος μεταδόσεων (transmission check) γίνεται για να επιβεβαιωθεί ότι

οι μεταδότες (αναλογικοί ή ψηφιακοί) μεταδίδουν ορθώς τα στοιχεία και ότι η κάθε μετατροπή ηλεκτρικού σήματος σε μηχανική έξοδο και αντιστρόφως γίνεται με ακρίβεια.

Ο τελικός έλεγχος παραλληλισμού είναι η διαδικασία εκείνη με την οποία επιβεβαιώνεται το θετικό αποτέλεσμα της προηγηθείσης εργασίας παραλληλισμού ενός ΣΔΒ ή και διαπιστώνονται οι απαιτούμενες τελικές ρυθμίσεις. Σε περίπτωση που ο τελικός έλεγχος γίνεται με πλήρη λειτουργία ενός ΣΔΒ και με το σύστημα σε κατάσταση παρακολούθησής ενός κατάλληλου στόχου, τότε ο τελικός αυτός έλεγχος παραλληλισμού καλείται " δ υ ν α μ ι κ ό ς ". Κατά την διάρκεια ενός τέτοιου ελέγχου είναι δυνατό να δίδεται σ' ένα TV MONITOR άμεσα το σφάλμα παρακολούθησής του στόχου από ένα ραντάρ ΔΒ ή ένα πυροβόλο με τη βοήθεια TV CAMERAS εγκατεστημένων στο καθ' ένα απ' αυτά κατά τρόπο που ο οπτικός της άξονας να είναι παράλληλος με τον άξονα του σωλήνα του πυροβόλου ή του γεωμετρικού άξονα της κεραίας του ραντάρ ΔΒ. Στην περίπτωση δε αυτή και προκειμένου όπως το πυροβόλο είναι εστραμμένο συνεχώς στην παρούσα θέση του στόχου δεν μεταδίδονται βλητικές διορθώσεις σ' αυτό ($V_s = 0$, $D_s = 0$).

(3) Παραλληλισμός μεταξύ συστημάτων

Ο παραλληλισμός αυτός αναφέρεται σε δύο ή περισσότερα ΣΔΒ εγκατεστημένα σ' ένα πλοίο και εκτελείται με την προϋπόθεση ότι έχει προηγηθεί ο παραλληλισμός κάθε συστήματος. Ο παραλληλισμός μεταξύ συστημάτων επιβάλλεται αφ' ενός μεν από τεχνικής πλευράς, δεδομένου ότι όλα τα εγκαθιστάμενα ΣΔΒ σ' ένα πλοίο έχουν κοινά σημεία αναφοράς, αφ' ετέρου δε από επιχειρησιακής πλευράς λόγω της συνεργασίας στην οποία αυτά είναι δυνατό να έχουν τόσο για ανταλλαγή πληροφοριών όσο και για κοινή δράση.

11.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑ

Ο έλεγχος ορίζοντα (horizon check) γίνεται εν πλω με κατάλληλες καιρικές συνθήκες και ορατότητα. Κατά τον έλεγχο αυτόν ελέγχεται η καλή λειτουργία του συστήματος σταθμίσεως του ΣΔΒ (γυροπυξίδα, σταθμιστήρας κλπ).

Η ακολουθούμενη σε κάθε περίπτωση διαδικασία είναι συνάρτηση των τεχνι-

κών χαρακτηριστικών του υπ' όψη ΣΔΒ. Κατά τον έλεγχο αυτό γίνεται γενικά υποτύπωση του σφάλματος παρακολουθήσεως της γραμμής του φυσικού οριζόντα από την οριζόντια γραμμή αναφοράς του ΣΔΒ (π.χ. οριζόντια γραμμή οθόνης TV κάμερας ή τηλεσκοπίου κλπ.) συναρτήσεως της σχετικής διοπτρεύσεως, και ελέγχεται αν το σφάλμα αυτό είναι εντός των προδιαγραφών, εάν όχι τότε πρέπει να γίνουν διορθωτικές εργασίες στο σύστημα σταθμίσεως.

11.4. ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΒΑΣΕΩΝ

Με τον όρο κατεργασία βάσεως (machining) νοείται γενικά η μηχανική κατεργασία της βάσεως επί της οποίας πρόκειται να εγκατασταθεί μία μονάδα ΣΔΒ ή ένα πυροβόλο. Η μηχανική αυτή κατεργασία αποσκοπεί αφ' ενός μεν στην επιπεδότητα της εν λόγω βάσεως, αφ' ετέρου στην επίτευξη παραλληλότητας του επιπέδου της σε σχέση με ένα άλλο επίπεδο του πλοίου, το οποίο λαμβάνεται ως επίπεδο αναφοράς.

Η εν λόγω εργασία γίνεται με το πλοίο να επιπλέει σε ηρεμούντα ύδατα (π.χ. εντός μόνιμης δεξαμενής) προκειμένου όπως διευκολυνθεί η λήψη ακριβών μετρήσεων και εξασφαλιστεί η επιδιωκόμενη παραλληλότητα των επιπέδων.

Κατά την διαδικασία της εν λόγω μηχανικής κατεργασίας βάσεως, γίνονται διαδοχικές μετρήσεις προς προσδιορισμό της σχετικής θέσεως των δύο επιπέδων που προαναφέρθηκαν και μετά από κάθε μέτρηση ακολουθεί ανάλογη ρύθμιση του μηχανήματος που εκτελεί την μηχανική κατεργασία και ενεργοποίηση αυτού. Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται μέχρι ότου διαπιστωθεί η επιπεδότητα της βάσεως και η παραλληλότητα της με το επίπεδο αναφοράς (Μέσα στα πλαίσια των σχετικών προδιαγραφών).

Οι μετρήσεις που γίνονται κατά την προαναφερθείσα διαδικασία είναι ανάλογες με τις μετρήσεις καθιζήσεως που γίνονται σε εγκατεστημένα οπλικά συστήματα με την διαφορά ότι οι αρχικές μετρήσεις γίνονται μόνο προς δύο διευθύνσεις κατά το διαμήκες και το εγκάρσιο του πλοίου και αφού τα επίπεδα γίνουν περίπου παράλληλα τότε αρχίζουν και πυκνώνουν οι μετρήσεις για να υπάρξει μεγαλύτερη ακρίβεια, ανάλογα με την υφιστάμενη τεχνική προδιαγραφή.

Οι ως άνω αναφερθείσες εργασίες θα πρέπει να αποφεύγονται όταν υπάρχει ηλιοφάνεια λόγω του σφάλματος που εισάγει η ανομοιόμορφη θέρμανση και διαστολή των μετάλλων λόγω της σχετικής θέσεως του ήλιου. Σε περίπτωση που αναμένεται ηλιοφάνεια οι σχετικές εργασίες θα πρέπει να γίνονται πριν την ανατολή του ήλιου ή όσο το δυνατό αργότερα μετά την δύση του.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι λόγω της προκαλούμενης φθοράς στην εγκατασταθείσα βάση από την εκτελούμενη μηχανική κατεργασία θα πρέπει αυτή να κατασκευάζεται με μεγαλύτερο πάχος σε σχέση με το προβλεπόμενο ώστε μετά την κατεργασία να ευρεθεί και πάλι εντός των αντιστοιχών τεχνικών προδιαγραφών.

11.5. ΚΑΘΙΣΤΗΣΗ

α. Γενικά

Η καθίστηση (tilt ή roller path incination) είναι ουσιαστικά αντικείμενο του παραλληλισμού. Με τον όρο αυτό στην πυροβολική γίνεται αναφορά στην σχετική θέση δύο επιπέδων. Κατά τον αρχικό παραλληλισμό ενός ΣΔΒ καταβάλλεται προσπάθεια όπως κάθε επίπεδο επί του οποίου περιστρέφεται ένα στοιχείο του ΣΔΒ π.χ. πυροβόλο, Κ/Θ, ραντάρ ΔΒ κλπ. να είναι παράλληλο ως προς το επίπεδο αναφοράς. Ίδια μέρηματα ασφαλώς λαμβάνεται και για τα λοιπά επίπεδα του ΣΔΒ επί των οποίων εγκαθίστανται μονάδες ή στοιχεία του με ανάλογες απαιτήσεις.

Παρά ταύτα όμως στην πράξη δεν επιτυγχάνεται συνήθως η επιδιωκόμενη απόλυτη παραλληλότητα των επιπέδων ή και αν αυτή επιτευχθεί είναι δυνατό με την πάροδο του χρόνου να μεταβληθεί η σχετική θέση καθ' ενός εκ των προαναφερθέντων επιπέδων με το επίπεδο αναφοράς.

Το επίπεδο αναφοράς λόγω της σημασίας και του ρόλου που έχει στον παραλληλισμό επιλέγεται ή καθορίζεται κατά τρόπο ώστε η σχετική του θέση με τα κύρια γεωμετρικά/ναυπηγικά χαρακτηριστικά του πλοίου να παραμένει αναλλοίωτη μέσα στον χρόνο. Για τον λόγο αυτό το επίπεδο αναφοράς είναι καθορισμένο σε κεντρικό μέρος του πλοίου με ανάλογα κατασκευαστικά στοιχεία για σταθερότητα

τόσο του περιβάλλοντος χώρου όσο και αυτού του ιδίου. Το επίπεδο αναφοράς κατόπιν αυτού είναι δυνατό να είναι ένα λειτουργικό επίπεδο στοιχείου ΣΔΒ ή ένα επίπεδο προσδιοριζόμενο από μία μικρή πλάκα η οποία καλείται πλάκα αναφοράς. Στην πρώτη περίπτωση είναι δυνατό να ορίζεται από το επίπεδο περιστροφής του Κ/Θ ή ενός ραντάρ ΔΒ.

Κατόπιν των ανωτέρω, λόγω μίας μετασκευής ή εκσυγχρονισμού του πλοίου η καταπονήσεως αυτού σε θαλασσοταραχή ή λόγω γηράνσεως των μετάλλων, είναι δυνατό η σχετική θέση κάθε επιπέδου στο πλοίο με το επίπεδο αναφοράς να μεταβάλλεται.

Για τον λόγο αυτό και εξ αιτίας των σφαλμάτων που εισαγάγουν οι μεταβολές αυτές σε ότι αφορά τη σχέση παραλληλότητας "επιπέδου αναφοράς" με τα υπόλοιπα λειτουργικά επίπεδα οπλισμού π.χ. επίπεδο περιστροφής ενός πυροβόλου ή την βάση στηρίξεως της γυροπυξίδος ή του σταθμιστήρος κ.λ.π., παρίσταται ανάγκη περιοδικού ελέγχου της σχετικής θέσεως (παραλληλότητας) των εν λόγω επιπέδων σε σχέση πάντα με το επίπεδο αναφοράς. Η διαδικασία αυτή καλείται "έλεγχος καθιζήσεως" και η συγκέντρωση των απαραίτητων αριθμητικών και γεωμετρικών στοιχείων για τους υπολογισμούς καλείται "μέτρηση καθιζήσεως".

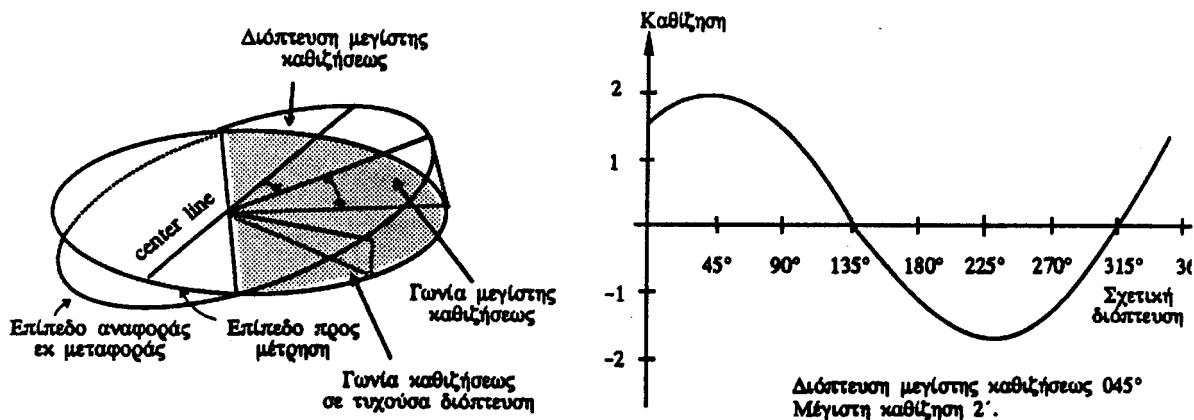
Αν από τις μετρήσεις που θα γίνουν διαπιστωθεί ότι τα επίπεδα είναι μεταξύ των παράλληλα, τότε προφανώς η περίπτωση είναι ιδανική. Αν αντίθετα όπως κατά κανόνα συμβαίνει από τις σχετικές μετρήσεις προκύπτει ότι τα επίπεδα τέμνονται μεταξύ των, θα πρέπει να προσδιοριστεί η σχετική διόπτευση (bearing of high point) και η αριθμητική τιμή της μέγιστης καθιζήσεως που αντιστοιχεί στη διόπτευση αυτή (tilt of high point).

Η γωνία αυτή της καθιζήσεως μετράται πάντα από το επίπεδο αναφοράς προς το επίπεδο που ελέγχεται και είναι θετική προς τα άνω και αρνητική προς τα κάτω. Το σημείο λοιπόν της μέγιστης καθιζήσεως ενός ελεγχόμενου επιπέδου (high point) θα είναι αυτό που βρίσκεται επί της καθέτου στην τομή των δύο επιπέδων όπως φαίνεται και στο σχήμα 11.5-1. Επειδή δε η γωνία της καθιζήσεως μεταβάλλεται ημιτονοειδώς συναρτήσει της σχετικής διοπτύσεως είναι προφανές ότι η καθιζηση σε κάθε διόπτευση μπορεί να υπολογιστεί από ένα υπολογιστικό μηχανισμό εφ' όσον είναι γνωστά η διόπτευση της μέγιστης καθιζήσεως και η τιμή

της. Ο υπολογισμός αυτός δυνατό να γίνει π.χ. με ένα κατάλληλο αναλογικό ή ψηφιακό μηχανισμό (tilt compensation mechanism) στον οποίο τοποθετούνται οι δύο προαναφερθείσες τιμές.

Ένα λοιπόν πυροβόλο εφοδιασμένο με τέτοιο μηχανισμό υπολογισμού καθιζήσεως και με τοποθετημένες σε αυτόν τις τιμές της σχετικής διοπτρεύσεως του σημείου της μεγίστης καθιζήσεως καθώς επίσης και του μεγέθους της καθιζήσεως αυτής, είναι δυνατό σε κάθε διόπτρευση που στρέφει το πυροβόλο κατά τη λειτουργία του να υπολογίζεται η αντίστοιχη καθήζηση και μέσω των μονάδων της υψώσεως να αντισταθμίζεται το σφάλμα το οποίο αυτή προκαλεί. (Στα πυροβόλα π.χ. 5"/38 μπορούν να τεθούν τιμές καθιζήσεως "hight point" μέχρι και 60' ενώ στα πυροβόλα ΟΤΟ MELARA76/62 μέχρι και 10').

Κατόπιν αυτού είναι προφανές ότι με ύπαρξη μηχανισμού καθιζήσεως σε ένα πυροβόλο, υπάρχει ευχέρεια αν η κατεργασία της βάσεώς του δεν γίνει κατά την αρχική του εγκατάσταση με απόλυτη ακρίβεια παραλληλότητας ως προς το επίπεδο αναφοράς, ή τυχόν μικρή διαφορά που θα προκύψει θα αντισταθμιστεί και αυτή με τη λειτουργία του μηχανισμού καθιζήσεως που προαναφέρθηκε.

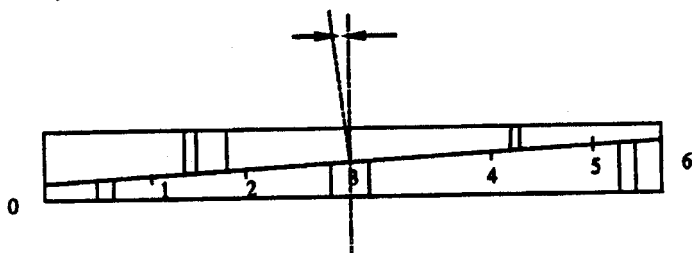


Σχήμα 11.5-1: Παραστατική και γραφική απεικόνιση της καθιζήσεως

Κατά την αρχική εγκατάσταση ενός ΣΔΒ σε ένα πλοίο εμφανίζονται συνήθως τέτοια σφάλματα παραλληλότητας μεταξύ των διαφόρων επιπέδων ως προς το επίπεδο αναφοράς (παρά την ύπαρξη αφ' ενός μεν οργάνων μεγάλης ακριβείας

για την μέτρηση των σχετικών κλίσεων των επιπέδων, απ' ετέρου δε την ύπαρξη μηχανημάτων μηχανικής κατεργασίας βάσεων εγκαταστάσεως στοιχείων οπλισμού, μεγάλης ακρίβειας) επειδή για τεχνικούς ή άλλους λόγους το πλοίο δεν έχει τις ιδανικές συνθήκες πλευστότητας που αναφέρθηκαν στην διαδικασία του αρχικού παραλληλισμού. Όταν λοιπόν μετά την εγκατάσταση του ΣΔΒ διαπιστωθούν στη συνέχεια σφάλματα καθιζήσεως, τότε αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν με τους μηχανισμούς καθιζήσεως που προαναφέρθηκαν (όπως αυτό γίνεται κατά κανόνα σε περίπτωση πυροβόλου μεσαίου και μεγάλου διαμετρήματος) ή να αναληφθούν διαδικασίες διορθωτικές (levelling procedures) όπως συνήθως γίνεται σε ορισμένα πυροβόλα μικρού διαμετρήματος ή κεραίες RADAR ΔΒ όπου είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν υφιστάμενοι ρυθμιστικοί κοχλίες ή στεφάνια μεταλλικά με λοξή τομή από τη μία πλευρά όπως στο σχήμα 11.5-2 φαίνεται).

Για παράδειγμα στην τελευταία περίπτωση αναφέρεται το πυροβόλο σε 35 mm όπου για την διόρθωση καθιζήσεως παραλληλότητας βάσεως του ως προς το επίπεδο αναφοράς χρησιμοποιούνται δύο πήλيني δακτύλιοι όπως του σχήματος 11.5-2 με ελάχιστο πάχος 13 mm και μέγιστο 16 mm. Εάν οι δύο αυτοί δακτύλιοι τοποθετηθούν σ' αντιστοιχία Μέγιστο-Ελάχιστο τότε το σύνολο θ' αποτελέσει δακτύλιο ισοπαχή $13+16=29$ mm. Αντίθετα αν τοποθετηθούν Μέγιστο-Μέγιστο τότε το σύνολο θ' αποτελέσει δακτύλιο με μέγιστο πάχος $16+16=32$ mm και ελάχιστο $13+13=26$ mm. Επειδή δε η διάμετρος της βάσεως είναι 2.000 mm με την χρήση των εν λόγω στεφανών είναι δυνατό ν' αντισταθμιστή καθίζηση μέχρι 3 mrad.



Σχήμα 11.5-2: Στεφάνι διορθώσεως καθιζήσεως

β. Μέτρηση και υπολογισμός καθιζήσεως

Η μέτρηση της καθιζήσεως ενός επιπέδου στοιχείου ΣΔΒ είναι γενικά μία λεπτή διαδικασία που προϋποθέτει έμπειρο προσωπικό, κατάλληλα όργανα μετρήσεων και το πλοίο να βρίσκεται σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη "ηρεμία" επιπλέοντας σε κατάλληλη μόνιμη δεξαμενή ή και εν όρμω.

Πέραν των αναφερθέντων, κατά την διαδικασία του αρχικού παραλληλισμού για τις συνθήκες φόρτου και πλευστότητας του πλοίου τα οποία ισχύουν και για την μέτρηση καθιζήσεως, θα πρέπει εδώ ιδιαίτερα να ληφθεί πρόνοια ώστε οι μετρήσεις να γίνονται χωρίς την παρουσία του ηλίου ο οποίος είναι δυνατό να προκαλέσει ανομοιόμορφη θέρμανση και διαστολή των μετάλλων που υποστηρίζουν περιφερειακά την υπό μέτρηση βάση.

Για τις εν λόγω μετρήσεις είναι προφανώς αναγκαία τουλάχιστο δύο κλιμόμετρα σχετικά μεγάλης ακρίβειας. Τα κλινόμετρα αυτά πριν από τη χρήση των θα πρέπει να ελεγχθούν και να γίνουν οι τυχόν απαιτούμενες σε αυτά ρυθμίσεις. Εάν τα κλιμόμετρα είναι ηλεκτρονικά τότε η μεταξύ των διαφορά σε μία μέτρηση είναι δυνατό να λαμβάνεται από ένα "differential" κατάλληλα συνδεδεμένο με τα δύο κλιμόμετρα.

Στη συνέχεια αναφέρεται ένα παράδειγμα μετρήσεως καθιζήσεως το οποίο αναλύεται πλήρως.

Υποτίθεται ότι είναι επιθυμητό να μετρηθεί η καθίζηση ενός πυροβόλου το οποίο έχει τομέα 120° εκατέρωθεν της πλώρης. Το επίπεδο αναφοράς είναι το επίπεδο περιστροφής της κεφαλής του ραντάρ ΔΒ. Θεωρώντας ότι το πλοίο βρίσκεται στις απαιτούμενες για τις μετρήσεις συνθήκες, αρχίζει η διαδικασία των μετρήσεων με την τοποθέτηση κατ' αρχή των κλινόμετρων καταλλήλως στο πυροβόλο (Π) και στο ραντάρ (Ρ). Κάθε κλινόμετρο θα πρέπει να τοποθετηθεί σε μία επίπεδη και σταθερή επιφάνεια κατά τρόπο ώστε σε κάθε διόπτευση προς την οποία στρέφει το αντίστοιχο στοιχείο του οπλισμού το κλινόμετρο να δείχνει την κλίση του επιπέδου που έχει τοποθετηθεί ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Τούτο δηλαδή θα πρέπει να είναι τοποθετημένο κατά διεύθυνση που να διέρχεται από το κέντρο περιστροφής του υπ' όψη στοιχείου του ΣΔΒ και προς την κατεύθυνση εκείνη, που η ανάγνωση του κλινόμετρου να αντιστοιχεί στην διόπτευση που γίνεται η εκάστοτε μέτρηση. Θα πρέπει επίσης να διευκρινιστεί το γεγονός ότι η μη τοποθέτηση του κλινόμετρου σε επίπεδο παράλληλο προς το επίπεδο περιστροφής το οποίο είναι και το μετρούμενο, εισάγει ένα σταθερό σφάλμα στο σύνολο των μετρήσεων το οποίο όμως δεν επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα όπως φαίνεται στη συνέχεια του παραδείγματος, δεδομένου ότι τούτο ουσιαστικά δεν επηρεάζει το μέγεθος της ημιτονοειδούς διακυμάνσεως της τιμής της καθιζήσεως του μετρούμενου επιπέδου. Βέβαια είναι προφανές ότι καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων

το κλινόμετρο δεν θα μετακινηθεί από την θέση του ή αν κάτι τέτοιο είναι αναγκαίο για ανάγνωση της ενδείξεώς του, μετά ταύτα θα πρέπει να επανατοποθετηθεί στην ίδια ακριβώς θέση.

Οι μετρήσεις αρχίζουν από οιαδήποτε διόπτρευση είναι επιθυμητό και επαναλαμβάνονται ανά 10° , 20° ή 30° ανάλογα με την επιθυμητή ακρίβεια. Σε κάθε διόπτρευση δε που στρέφει το Π και το P η μέτρηση γίνεται συγχρόνως για να είναι δυνατό στη συνέχεια να συσχετιστούν μεταξύ των, (δεδομένου ότι κάθε μία αναφέρεται ως προς το οριζόντιο επίπεδο) και να υπολογιστεί η μεταξύ των γωνία.

Υπό τις προϋποθέσεις και συνθήκες οι οποίες προαναφέρθηκαν ας θεωρηθεί ότι ελήφθησαν οι ακόλουθες τιμές καθιζήσεως.

<u>Σχετική διόπτρευση</u>	<u>Π</u>	<u>$P/\Pi A$</u>	<u>Διαφορά ($\Pi-P$)</u>
000	6'	9,4'	-3.4'
030	12'	14'	-2'
060	16.2'	16.2'	0
090	18'	16'	+2'
120	16,2'	12,8'	+3,4'
150	-	-	-
180	-	-	-
210	-	-	-
240	4,2'	4.2'	0'
270	6'	8'	-2'
300	4,2'	7.6'	-3.4'
330	0	4'	-4'

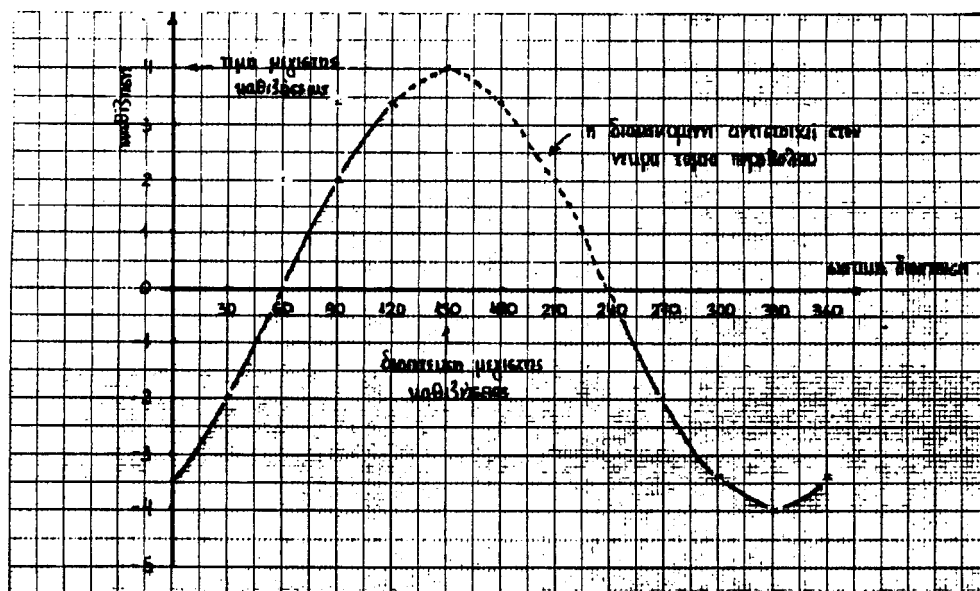
Εκ των ανωτέρω στηλών η πρώτη αναφέρεται στη σχετική διόπτρευση, η δεύτερη στις ληφθείσες τιμές καθιζήσεως του πυροβόλου ως προς το οριζόντιο επίπεδο, η τρίτη στις ληφθείσες αντίστοιχες τιμές του ραντάρ και η τέταρτη στήλη είναι η διαφορά των προηγούμενων δύο.

Πριν να γίνει καμμία άλλη περαιτέρω επεξεργασία των ως άνω στοιχείων θα πρέπει να γίνει ένας έλεγχος αν οι μετρήσεις που ελήφθησαν είναι ορθές. Τούτο είναι δυνατό να διαπιστωθεί με μία πρόχειρη απεικόνιση της τελευταίας στήλης σε

σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων για έλεγχο αν η καμπύλη που η στήλη αυτή εκφράζει συναρτήσει της διοπτρεύσεως είναι ημιτονοειδής. Εάν ορισμένα σημεία της καμπύλης αυτής όπως αυτά επισημαίνονται από τις αντίστοιχες τιμές της στήλης Π-Ρ δεν φαίνεται να ανήκουν στην ημιτονοειδή καμπύλη που γενικά σκιαγραφούνται τα υπόλοιπα επισημασμένα σημεία, τότε στις αντίστοιχες διοπτρεύσεις επαναλαμβάνονται οι μετρήσεις και διορθώνονται οι αντίστοιχες τιμές της στήλης 2, 3 και 4 κ.ο.κ. μέχρις ότου η στήλη Π-Ρ εκφράζει ημιτονοειδή διακύμανση. Στη συνέχεια γίνεται ο υπολογισμός της διοπτρεύσεως του σημείου της μέγιστης καθιζήσεως και υπολογίζεται και η αντίστοιχη τιμή της με έναν από τους ακόλουθους περιγραφόμενους τρόπους:

(1) Με καρτεσιανές συντεταγμένες

Σε σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων απεικονίζεται η διαφορά κλίσεως Π-Ρ μεταξύ του προς μέτρηση επιπέδου Π και του επιπέδου αναφοράς Ρ συναρτήσει της σχετικής διοπτρεύσεως όπως στο σχήμα 11.5-3 φαίνεται.



Σχήμα 11.5-3: Υπολογισμός καθιζήσεως με καρτεσιανές συντεταγμένες

Η καμπύλη αυτή ολοκληρώνεται για τα σημεία εκείνα στα οποία λόγω νεκρού τομέως δεν έχουν γίνει μετρήσεις. Η συμπλήρωση της καμπύλης γίνεται με χρήση

της συμμετρίας την οποία αυτή παρουσιάζει. Από την απεικόνιση της καμπύλης αυτής προκύπτει ότι η διόπτρευση της μέγιστης καθιζήσεως είναι προς 150° και η τιμή της είναι $4'$.

Εάν η ως άνω ημιτονοειδής καμπύλη δεν είναι συμμετρική ως προς τον άξονα των τετμημένων, τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι οι μετρήσεις που γίνονται με κλινόμετρα, περιέχουν πάντα και την σταθερή γωνία α_π και α_ρ που σχηματίζει το επίπεδο στο οποίο στηρίζεται το κάθε κλινόμετρο με το προς μέτρηση επίπεδο (επίπεδο περιστροφής). Το γεγονός τούτο έχει ως συνέπεια την μετατόπιση της εν λόγω ημιτονοειδούς καμπύλης άνωθεν ή κάτωθεν του άξονα των τετμημένων κατ' ανάλογο προς την διαφορά $\alpha_\pi - \alpha_\rho$ γωνιακού μεγέθους.

(2) Με πολικές συντεταγμένες - Μέθοδο 60°

Σε έντυπο όμοιο με αυτό του σχήματος 11.5-4 γίνονται κατά σειρά τα ακόλουθα.

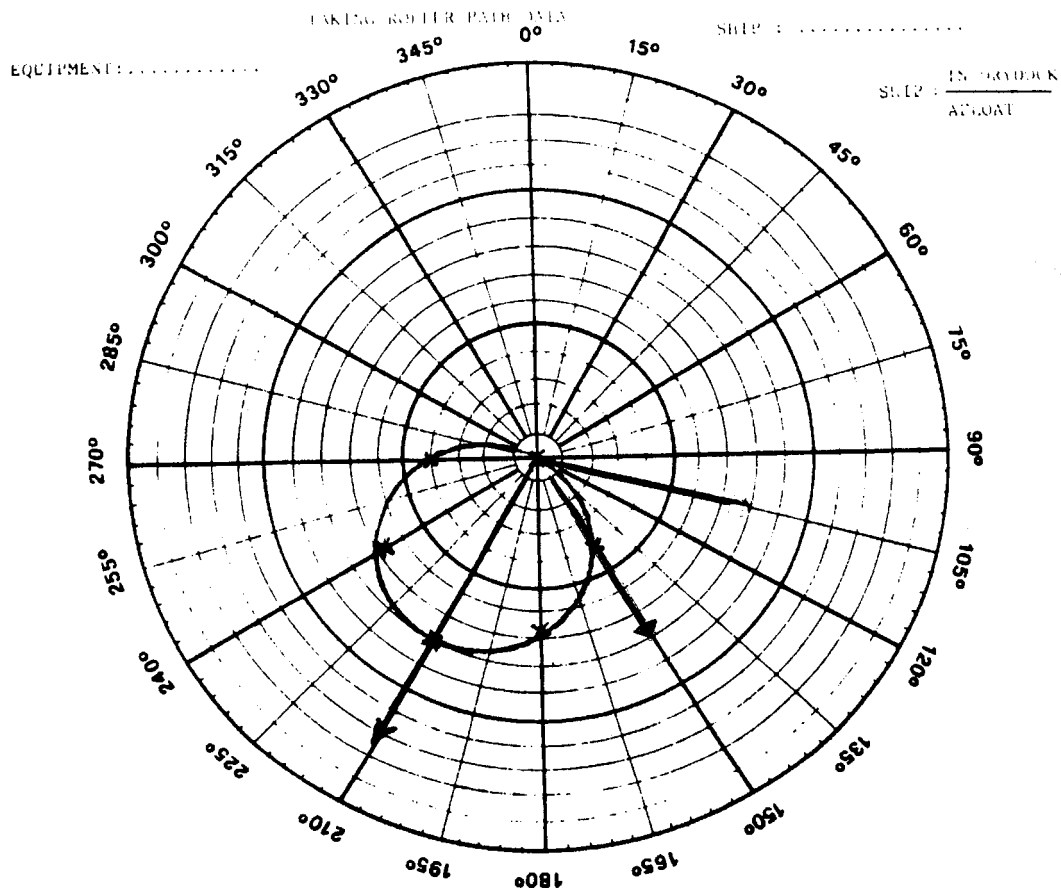
- Στη στήλη 3 και 4 αναγράφονται οι τιμές των στηλών 1 και 2 μετακινούμενες όμως κατά 60° .

- Αφαιρείται αλγεβρικά η κάθε τιμή της στήλης 4 από την αντίστοιχη τιμή της στήλης 2 και η προκύπτουσα διαφορά αναγράφεται στην αντίστοιχη θέση της στήλης 5.

- Οι τιμές της στήλης 5 απεικονίζονται στο σχεδιάγραμμα των πολικών συντεταγμένων συναρτήσει των τιμών των διοπτύσεων της στήλης 1. Αρνητικές τιμές της στήλης 5 απεικονίζονται σε διοπτύσεις κατά 180° διαφορετικές από τις αναγραφόμενες στη στήλη 1 διοπτύσεις.

- Σχεδιάζεται ο κύκλος που διέρχεται από τα επισημανθέντα ως άνω σημεία.

- Σχεδιάζεται η διάμετρος του ως άνω κύκλου που διέρχεται από το κέντρο των πολικών συντεταγμένων.



TRAIN	TILT	TRAIN	TILT	TILT DIFFERENCE
000'	-3,4	060'	0	-3,4
030'	-2	090'	+2	-4
060'	0	120'	+3,4	-3,4
090'	+2	150'	-	
120'	+3,4	180'	-	
150'	-	210'	-	
180'	-	240'	0	
210'	-	270'	-2	
240'	0	300'	-3,4	+3,4
270'	-2	330'	-4	+2
300'	-3,4	360'	-3,4	0
330'	-4	030'	-2	-2
360'	-3.4	060'	0	-3.4

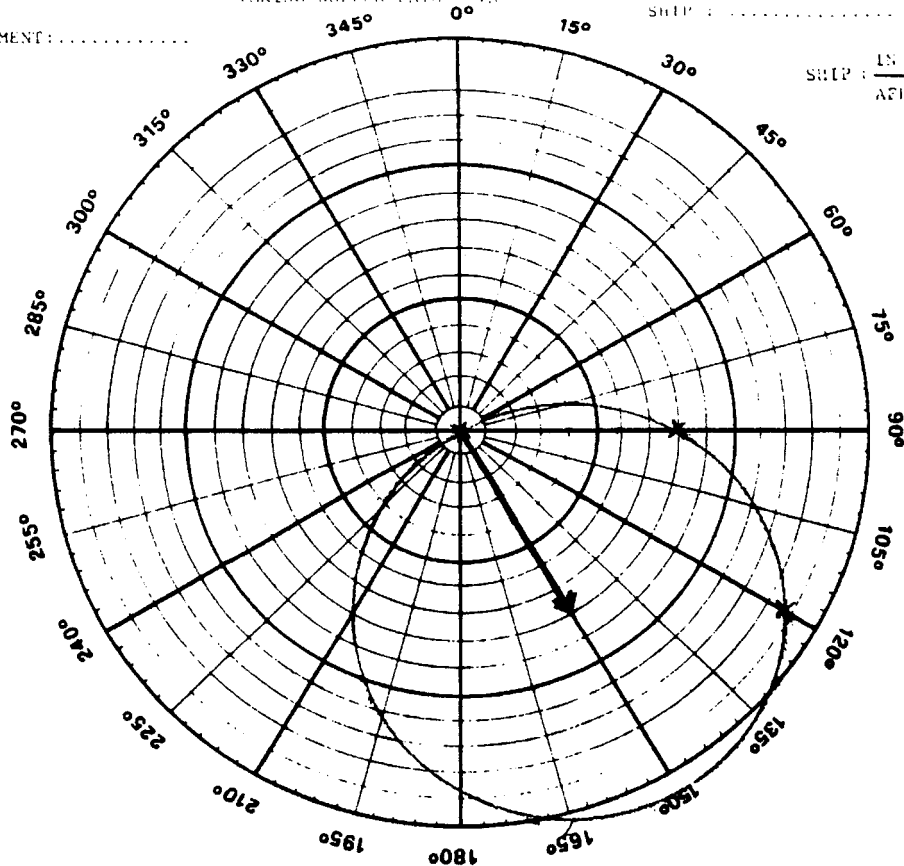
- Το μήκος της ως άνω διαμέτρου εκφράζει το μέγεθος της μέγιστης καθιζήσεως.
- Η διόπτευση της μέγιστης καθιζήσεως υπολογίζεται δια αφαιρέσεως 60° από την διόπτευση της προαναφερθείσης διαμέτρου.
- Στο σχεδιάγραμμα των πολικών συντεταγμένων βάσει των ανωτέρω χαράσσεται το διάνυσμα της καθιζήσεως.

(3) Με πολικές συντεταγμένες - Μέθοδος 180°

Σε έντυπο πολικών συντεταγμένων όπως αυτό του σχήματος 11.5-5 γίνονται κατά σειρά τα ακόλουθα:

- Στη στήλη 3 και 4 αναγράφονται οι τιμές των στηλών 1 και 2 μετακινούμενες όμως κατά 180° .
- Αφαιρείται αλγεβρικά η στήλη 4 από την στήλη 2 και η διαφορά αναγράφεται στη στήλη 5.
- Στο διάγραμμα των πολικών συντεταγμένων απεικονίζονται στη συνέχεια οι τιμές της στήλης 5 συναρτήσει των διοπτύσεων της στήλης 1. Αρνητικές τιμές απεικονίζονται σε διοπτύσεις διαφορετικές κατά 180° από αυτές της στήλης 1.
- Σχεδιάζεται ο κύκλος που διέρχεται από τα ως άνω σημεία.
- Το μήκος του ημίσεως της διαμέτρου του ως άνω κύκλου που διέρχεται από την αρχή των πολικών συντεταγμένων εκφράζει το μέγεθος της μέγιστης καθιζήσεως ενώ η διόπτευση της διαμέτρου αυτής εκφράζει την διόπτευση της μέγιστης καθιζήσεως.
- Στο σχεδιάγραμμα των πολικών συντεταγμένων σχεδιάζεται το διάνυσμα της καθιζήσεως (προς 150° και $4'$).

EQUIPMENT :

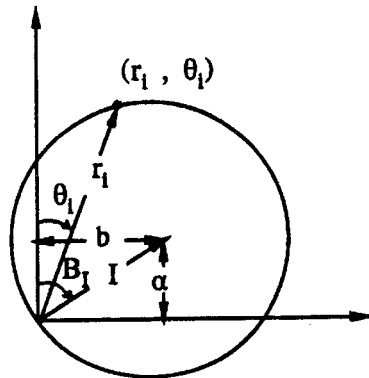
 SHIP : IN DRYDOCK
AFLLOAT


TRAIN	TILT	TRAIN	TILT	TILT DIFFERENCE
000'	-3,4	180'	-	-
030'	-2	210'	-	-
060'	0	240'	0	0
090'	+2	270'	-2	4
120'	+3,4	300'	-3,4	6,8
150'	-	330'	-4	-
180'	-	360'	-3,4	-
210'	-	030'	-2	-
240'	0	060'	0	0
270'	-2	090'	+2	-4
300'	-3,4	120'	+3,4	-6,8
330'	-4	150'	-	-
360'	-3,4	180'	-	-

(4) Μαθηματική μέθοδος

Η τιμή της μέγιστης καθίζησης I και η διόπτρευση B_I της μέγιστης καθίζησης, είναι δυνατόν να υπολογιστούν μαθηματικά ως εξής, με αναφορά το σχήμα 11.5-6.

Έστω (r_i, θ_i) τα σημεία σε πολικές συντεταγμένες από τα οποία διέρχεται ο κύκλος που σχεδιάζεται γραφικά με τη μέθοδο των 180° όπως δείχνει το σχήμα 11.5-5, όπου ως γνωστό r_i και θ_i τα δεδομένα των στηλών 5 και 1 αντίστοιχα.



Σχήμα 11.5-6: Μαθηματική μέθοδος

Το κέντρο του κύκλου καθορίζεται σύμφωνα με τη μέθοδο των ελάχιστων τετραγώνων με τις συντεταγμένες του a και b όπου:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n r_i \sin \theta_i}{n}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n r_i \cos \theta_i}{n}$$

και (n) είναι ο αριθμός των σημείων (r_i, θ_i) .

Η διόπτρευση B_I της μέγιστης καθίζησης και η τιμή της I δίνονται από τις σχέσεις:

$$B_I = \text{τοξ εφ } b/a$$

$$I = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Το πρόσημο των συντεταγμένων a και b καθορίζει το τεταρτημόριο της γω-

νίας B_I . Έτσι για:

$$a > 0 \text{ και } b > 0 \Rightarrow 0^\circ < B_I < 90^\circ$$

$$a < 0 \text{ και } b > 0 \Rightarrow 90^\circ < B_I < 180^\circ$$

$$a < 0 \text{ και } b < 0 \Rightarrow 180^\circ < B_I < 270^\circ$$

$$a > 0 \text{ και } b < 0 \Rightarrow 270^\circ < B_I < 360^\circ$$

Η εξίσωση του κύκλου σε πολικές συντεταγμένες είναι:

$$r = 2I \sin(B_I - \theta)$$

Έστω $(-6,4, 0^\circ)$, $(-4, 30^\circ)$, $(0,1, 60^\circ)$, $(4, 90^\circ)$, $(6,6, 120^\circ)$ και $(8,4, 150^\circ)$ τα σημεία από τα οποία διέρχεται ο κύκλος της καθιζήσεως. Το κέντρο του κύκλου δίνεται από τις συντεταγμένες a και b όπου:

$$a = \frac{-6,4\sin 0^\circ - 4\sin 30^\circ + 0,1\sin 60^\circ + 4,0\sin 90^\circ + 6,6\sin 120^\circ + 8,4\sin 150^\circ}{6} = -3,398$$

$$b = \frac{-6,4\eta\mu 0^\circ - 4\eta\mu 30^\circ + 0,1\eta\mu 60^\circ + 4,0\eta\mu 90^\circ + 6,6\eta\mu 120^\circ + 8,4\eta\mu 150^\circ}{6} = 2,0$$

Η διόπτειση B_I της μέγιστης καθιζήσεως και η τιμή της I δίνονται από τις σχέσεις:

$$B_I = \text{τοξ εφ } 2,0/-3,398 = (180-30,49) = 149,5 \approx 150$$

$$I = (3,398^2 + 2,0^2)^{1/2} = 3,943 \approx 4'$$

11.6. ΠΑΡΑΛΛΑΞΗ

α. Εισαγωγή

Παράλλαξη (parallax) είναι ένα γωνιακό σφάλμα στην παρακολούθηση ενός στόχου από ένα πυροβόλο ενός ΣΔΒ όταν ο εν λόγω στόχος παρακολουθείται από τα αισθητήρια (ραντάρ οπτικά κλπ.) του συστήματος.

Είναι προφανές ότι στις περιπτώσεις αυτές με μηδενικές βλητικές διορθώσεις και με απόλυτο παραλληλισμό, ο άξονας του σωλήνα του πυροβόλου θα είναι εστραμμένος προς μία κατεύθυνση παράλληλη προς την L.O.S.

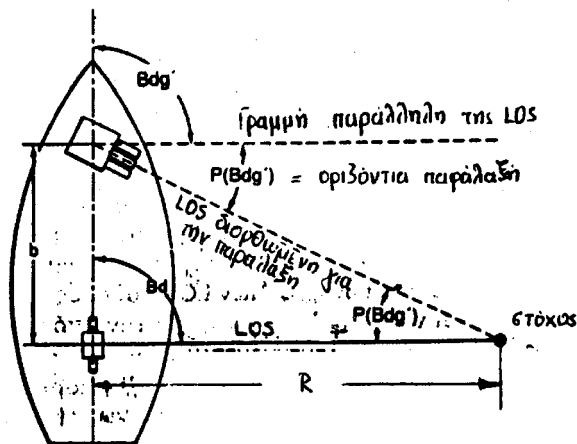
Για να καταστεί δυνατό το πυροβόλο να στραφεί προς τον στόχο θα πρέπει να εκτραπεί από την κατεύθυνση προς την οποία είναι εστραμμένο κατά ορισμένα γωνιακά μεγέθη τόσο κατά στροφή όσο και καθ' ύψωση. Τα εν λόγω γωνιακά μεγέθη καλούνται "διορθώσεις παραλλάξεως".

Η παράλλαξη γενικά είναι δυνατό να οφείλεται είτε στην κατά το διαμήκες διαφορετική θέση του πυροβόλου ως προς το στοιχείο του ΣΔΒ από το οποίο εκτελείται η παρακολούθηση του στόχου, είτε στην κατά την έννοια της κατακορύφου, είτε στην κατά το εγκάρσιο διαφορετικής θέσεως αυτού.

Επειδή όμως κατά κανόνα τα στοιχεία ενός ΣΔΒ καθώς επίσης και τα πυροβόλα εγκαθίστανται κατά κανόνα κατά το διαμήκες του πλοίου, η τελευταία ως άνω περίπτωση είναι σπάνια και για τον λόγο αυτό δεν αναφέρεται περαιτέρω ούτε τα σύγχρονα ΣΔΒ έχουν κατασκευαστικά την δυνατότητα να την λαμβάνουν υπ' όψη.

β. Οριζόντια παράλλαξη

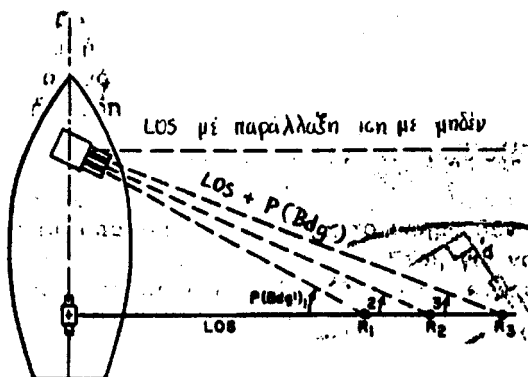
Η οριζόντια παράλλαξη (horizontal parallax) η "σύγκλιση" όπως επίσης αυτή αποκαλείται είναι σφάλμα κατά διεύθυνση (στροφή) οφειλόμενο στην κατά το διαμήκες διαφορετική θέση πυροβόλου και αισθητηρίου στοιχείου παρακολούθησεως του στόχου (π.χ. ραντάρ ή Κ/Θ κλπ.).



Σχήμα 11.6-1: Οριζόντια παράλλαξη με στόχο στο εγκάρσιο.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την οριζόντια παράλλαξη είναι η κατά το διαμήκες απόσταση του στόχου, η ύψωσή του και τέλος η διόπτρευση αυτού. Στα σχήμα 11.6-1, 11.6-2 και 11.6-3 φαίνονται αντίστοιχα περιπτώσεις οριζόντιας παραλλάξεως με τον στόχο στο εγκάρσιο, με τον στόχο απομακρυνόμενο και με τον στόχο κατά το διαμήκες οπότε και μηδενίζεται η οριζόντια παράλλαξη.

Αναλυτικότερα εάν θεωρηθεί η γενική περίπτωση στόχου σε τυχαία διόπτρευση και ύψωση, τότε από την γεωμετρία του σχήματος 11.6-4 προκύπτει ότι στην παράλλαξη P του κεκλιμένου επιπέδου που βρίσκεται ο στόχος, αντιστοιχεί διόρθωση παραλλάξεως $P (Bdg')$ στο επίπεδο καταστρώματος (δεδομένου ότι τα πυροβόλα στρέφουν μόνο κατά το επίπεδο καταστρώματος).



Σχήμα 11.6-2: Μεταβολή οριζόντιας παραλλάξεως συναρτήσει αποστάσεως στόχου

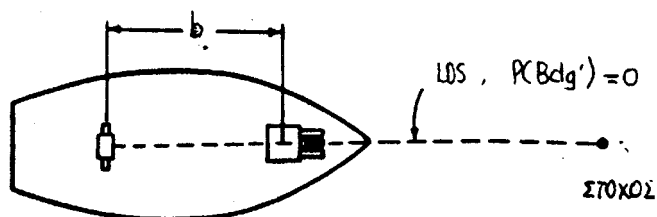
Κατόπιν των ανωτέρω προκύπτει ότι:

$$\epsilon\phi P (Bdg') = \frac{b \cdot \eta\mu Bdg'}{\Pi' \Sigma'}$$

και επειδή κατά προσέγγιση $\Pi' \Sigma' = P\Sigma' = R \cdot \sigma\upsilon\nu E$

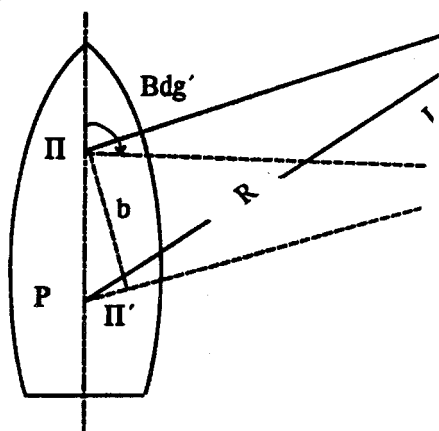
$$\epsilon\phi P (Bdg') = \frac{b \cdot \eta\mu Bdg'}{R \sigma\upsilon\nu E}$$

Για την αντιστάθμιση συνήθως της οριζόντιας παραλλάξεως υπάρχει ένας υπολογιστικός μηχανισμός ο οποίος καλείται "**parallax corrector**" ο οποίος υπολογίζει την διόρθωση οριζόντιας παραλλάξεως η οποία αντιστοιχεί σε ορισμένη σταθερή απόσταση μεταξύ πυροβόλου-αισθητήριου στοιχείου παρακολούθησής του



Σχήμα 11.6-3: Περίπτωση μηδενικής οριζοντίας παραλλάξεως

στόχου. Εκ του διορθωτού παραλλάξεως η εν λόγω διόρθωση μεταβιβάζεται ηλεκτρικά στους δέκτες στροφής των πυροβόλων όπου προστίθεται ή αφαιρείται από την στροφή του πυροβόλου Bgr ανάλογα αν το πυροβόλο βρίσκεται πρῶραθεν ή πρυμνηθέν του αισθητηρίου στοιχείου, αφού προηγουμένως τροποποιηθεί ανάλογα προς την πραγματική απόσταση κατά το διαμήκες του συγκεκριμένου πυροβόλου από το αισθητήριο στοιχείο.



Σχήμα 11.6-4: Γενική περίπτωση οριζοντίας παραλλάξεως με τον στόχο σε τυχαία διάπτυνση και ύψωση

Εάν δηλαδή ο διορθωτής παραλλάξεως έχει υπολογίσει οριζοντία παράλλαξη αντιστοιχούσα σε απόσταση 100 m πυροβόλου-αισθητηρίου στοιχείου και η παράλλαξη αυτή μεταδίδεται στον δέκτη στροφής ενός πυροβόλου που απέχει από το αισθητήριο στοιχείο το 1/4 της προαναφερθείσης αποστάσεως (δηλαδή 25 m) τότε και το μέγεθος της παραλλάξεως που θα επηρεάσει την γωνία διαταγής στροφής του πυροβόλου θα είναι το 1/4 της μεταδοθείσης από τον διορθωτή παραλλάξεως τιμής.

β. Κατακόρυφη παράλλαξη

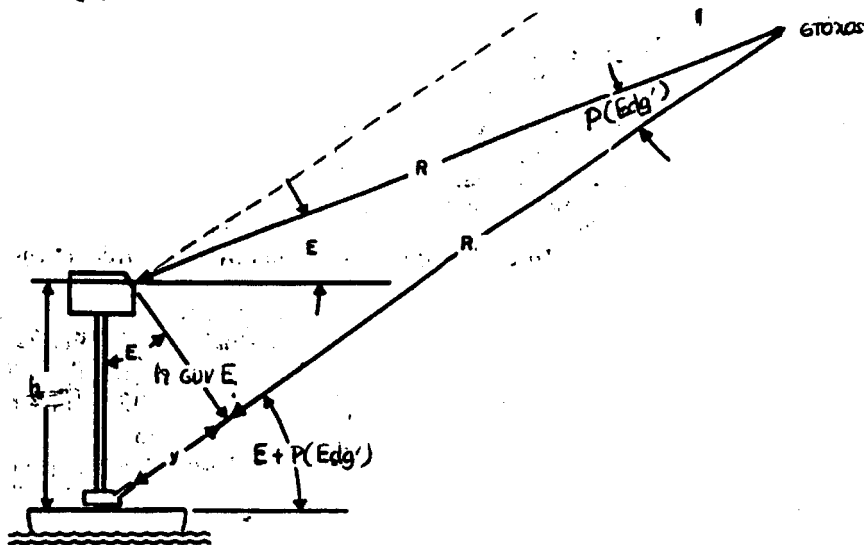
Η κατακόρυφη παράλλαξη (vertical parallax) η "έγκλιση" όπως επίσης αυτή αποκαλείται, είναι ένα σφάλμα καθ' ύψωση οφειλόμενο στην διαφορετική κατά την έννοια της κατακορύφου, θέσεως πυροβόλου και αισθητηρίου στοιχείου (ή γενικώτερα αισθητηρίων στοιχείων παρακολουθήσεως του στόχου).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατακόρυφη παράλλαξη είναι η μεταξύ πυροβόλου και αισθητηρίου στοιχείου απόσταση κατά την έννοια της κατακορύφου, η απόσταση του στόχου και η γωνία υψώσεώς του.

Από την γεωμετρία του σχήματος 11.6-5 προκύπτει ότι:

$$\epsilon\phi P (Edg') = \frac{h \cdot \sigma\upsilon\nu E}{R}$$

Η διόρθωση αυτή που αντιστοιχεί στην ως άνω γωνία παραλλάξεως, υπολογίζεται κατά κανόνα από τον υπολογιστή του ΣΔΒ και μεταδίδεται στους δέκτες υψώσεως των πυροβόλων. Είναι δε πάντοτε αυτή θετική δεδομένου ότι το αισθητήριο στοιχείο του ΣΔΒ το οποίο παρακολουθεί τον στόχο βρίσκεται πάντοτε υψηλότερα από τα πυροβόλα.



Σχήμα 11.6-5: Κατακόρυφη παράλλαξη (καθ' ύψωση)

11.7. ΜΑΞΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΠΥΡΟΒΟΛΩΝ

Το ταχύτερο ή αμέσως μετά την εκτέλεση πυρών καθώς επίσης και περιοδικά όπως προβλέπεται, θα πρέπει να εκτελείται η εργασία "μάξη σωλήνα πυροβόλου".

Με την εργασία αυτή επιδιώκεται αφ' ενός μεν να αφαιρεθούν από τον σωλήνα τα τυχόν κατάλοιπα εκ της κατακαύσεως προωθητικών πυρίτιδων και να προστατευθεί ο σωλήνας από την διαβρωτική δράση αυτών, αφ' ετέρου δε να προστατευτεί το κοίλο αυτού από την οξείδωση που προκαλεί η επίδραση του περιβάλλοντος.

Η μάξη (καθαρισμός κοίλου) των πυροβόλων εκτελείται ως ακολούθως. Σε 10 κιλά βρασμένου νερού διαλύεται 1 κιλό ανθράκιου (σόδα πλύσεως) ή εν ανάγκη κοινό σαπούνι. Βρέχοντας στην συνέχεια την ψήκτρα του μάκτρου στο μίγμα καθαρίζεται προσεκτικά το κοίλο και η θαλάμη. Στη συνέχεια ακολουθεί πλύση με ζεστό νερό με τη βοήθεια της ίδια ψήκτρας τυλιγμένης με βαμβακερό ύφασμα.

Μετά την μάξη πρέπει να διαπεράται ο σωλήνας με διακριβωτή και να σημειώνονται τα σημεία όπου εμφανίζονται στενώσεις. Η εξάλειψή των στην συνέχεια γίνεται με απόξεση με ειδικό κυλινδρικό εργαλείο λειάνσεως αφού προηγουμένως γίνει επάλειψη με μίγμα ελαφρόπετρας και ορυκτελαίου. Μετά ταύτα ακολουθεί και πάλι πλύση με ζεστό νερό ως προαναφέρθηκε.

Στη συνέχεια επαλείφεται το κοίλο και η θαλάμη με ένα λεπτό στρώμα κατ'άλληλου ορυκτελαίου με την βοήθεια ψήκτρας τυλιγμένης με βαμβακερό ύφασμα.

Εν προκειμένω θα πρέπει να σημειωθεί ότι όλες οι χρησιμοποιούμενες ψήκτρες πρέπει να είναι από τρίχα και ότι όταν ένα πυροβόλο βρίσκεται σε κατάσταση συντηρήσεως μετά την μάξη επαλείφεται με ένα στρώμα μείγματος μεταλλικού στέατος και ελαίου.

Κατά κανόνα η μάξη πρέπει να εκτελείται περιοδικά μία φορά την βδομάδα και εκτάκτως αμέσως μετά την εκτέλεση πυρών. Εφ' όσον το πυροβόλο είναι σε κατάσταση συντηρήσεως/εναποθέση τότε μάξη πρέπει να γίνεται μία φορά το

μήνα.

Πριν από κάθε χρήση πυροβόλου για εκτέλεση πυρών με τη βοήθεια ψήκτρας τυλιγμένης με βαμβακερό ύφασμα θα πρέπει να αφαιρείται το εξ ορυκτελαίου στρώμα.

11.8. ΒΟΛΗ ΣΥΝΔΙΑΜΕΤΡΗΣΕΩΣ

Η βολή συνδιαμετρήσεως (pre-action calibration) έχει ως σκοπό στη βολή επιφανείας να περιορίσει όσο το δυνατό περισσότερο τα σφάλματα βολής λόγω αστάθμητων παραγόντων.

Η βολή συνδιαμετρήσεως εκτελείται σε διόπτρευση και απόσταση προσεγγίζουσα κατά το δυνατό την εκτιμώμενη αντίστοιχα πραγματική διόπτρευση και απόσταση βολής, θα πρέπει δε αυτή να εκτελείται όσο το δυνατό μόλις πριν την εκτέλεση της πραγματικής βολής.

Το πλεονέκτημα από την εκτέλεση βολής συνδιαμετρήσεως είναι ότι αυξάνεται η πιθανότητα επιτυχίας του στόχου με την πρώτη ομοβροντία.

Η βολή συνδιαμετρήσεως μπορεί να συνίσταται από μία μεμονωμένη βολή ενός πυροβόλου, μέχρι και τρεις βολές ή και ομοβροντίες δεδομένου ότι αποτελεί ουσιαστικά κανονισμό, βολής που γίνεται προκαταβολικά με χρήση εικονικού στόχου.

Η επιλογή της διαδικασίας που θα ακολουθηθεί είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων δεδομένου ότι η εν λόγω βολή υπόκειται σε διάφορους περιορισμούς και μειονεκτήματα από τακτικής απόψεως.

11.9. ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΠΛΗΣ ΗΧΟΥΣ

Ο έλεγχος αυτός (double echo check) σκοπό έχει να ελέγξει το τυχόν σφάλμα του ραντάρ ΔΒ στην μέτρηση της αποστάσεως.

Κατά το έλεγχο αυτό απαιτούνται δύο πλοία, το ελέγχον το ραντάρ του και

το πλοίο στόχος. Τα πλοία αυτά ομοπλέουν με σχετική διάπτωση 090° ή 270° και απόσταση μεταξύ των 1.000–2.000 m. Τότε στο ραντάρ ΔΒ παρουσιάζεται διπλή ηχώ του πλοίου στόχος.

Η απόσταση μεταξύ της πρώτης και δεύτερης ηχούς απόσταση αντιπροσωπεύει την πραγματική απόσταση μεταξύ πλοίου και στόχου ενώ η απόσταση της πρώτης ηχούς αντιπροσωπεύει την μετρούμενη από το ραντάρ ΔΒ απόσταση στόχου. Οι δύο αυτές αποστάσεις θα πρέπει να είναι ίσες. Σε διαφορετική περίπτωση υπάρχει σφάλμα στην μετρούμενη απόσταση στόχου από το ραντάρ το οποίο υπολογίζεται δια αφαιρέσεως της πραγματικής αποστάσεως του στόχου από την μετρούμενη με το ραντάρ. Το σφάλμα αυτό αντισταθμίζεται με ρύθμιση του ραντάρ από εξειδικευμένο προσωπικό HN/ΔΒ.

11.10. ΔΟΓΜΑ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

Δόγμα πυροβολικού (gunnery doctrine) είναι μία καθορισμένη οδηγία δράσεως του πυροβολικού ενός πλοίου.

Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένα σημεία ιδιαιτέρου ενδιαφέροντος σχετικά με το δόγμα πυροβολικού.

α. Χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το δόγμα

(1) Να είναι αποτελεσματικό.

(2) Δεδομένου ότι το δόγμα είναι ευρύ, θα πρέπει να συνοδεύεται από λεπτομερείς επιχειρησιακές οδηγίες ώστε τούτο να μπορεί να γίνει αποτελεσματικό.

(3) Το δόγμα θα πρέπει συνεχώς να αναθεωρείται βάσει των συμπερασμάτων τα οποία προκύπτουν από την επιχειρησιακή εκπαίδευση, των εκάστοτε τεχνικών και επιχειρησιακών χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων του πυροβολικού, καθώς επίσης και των πληροφοριών περί εχθρού και των δυνατοτήτων του.

(4) Το δόγμα θα πρέπει να γίνεται γνωστό σε όλο το προσωπικό της επιστάσεως πυροβολικού και να γίνεται σχετική εκπαίδευση.

β. Το δόγμα αναλυτικότερα έχει ως σκοπό

- (1) Να ανταπεξέλθει σ' έναν αιφνιδιασμό.
- (2) Να αναπτύξει την μέγιστη ισχύ πυρός στον ελάχιστο χρόνο.
- (3) Να κάνει χρήση των αυτοματισμών που διαθέτει το εγκατεστημένο υλικό πυροβολικού.
- (4) Να απλοποιήσει διαδικασίες ελέγχου και να διευκρινήσει με σαφήνεια διαδικαιοδοσίες και ευθύνες.
- (5) Να εξασφαλίσει την άμεση μετάπτωση από την κύρια σε δευτερεύουσες και εναλλακτικές μεθόδους ελέγχου του πυροβολικού καθώς και αντικατάσταση προσωπικού σε περίπτωση ατυχημάτων και βλαβών.

γ. Το δόγμα πυροβολικού πρέπει να περιέχει:

- (1) Βασικές εντολές και αναφορές
- (2) Θέσεις ετοιμότητας
- (3) Καταστάσεις ετοιμότητας
- (4) Πότε σημαίνεται συναγερμός
- (5) Τομείς Α/Α αμύνης
- (6) Προτεραιότητα στόχων
- (7) Αποστάσεις ενάρξεως πυρός
- (8) Κατευθύνσεις για την στερέωση μετά τον συναγερμό
- (9) Ετοιμότητα πυρομαχικών
- (10) Διαδικασίες σε περίπτωση αφλογιστίας και αργοφλογιστίας
- (11) Δόγμα ενάρξεως και παύσεως πυρός
- (12) Δόγμα διευθύνσεως βολής
- (13) Δόγμα για κάθε είδος βολής και για κάθε κατηγορία στόχων
- (14) Σχέδια ερεύνης των εντοπιστικών μέσων του πλοίου
- (15) Δόγμα υποδείξεως και αποκτήσεως ενός στόχου

δ. Περιορισμοί του Δόγματος

- (1) Δεν μπορεί να προβλέπει όλες τις περιπτώσεις και γι αυτό θα πρέπει να υπάρχει ετοιμότητα για να αντιμετωπιστούν έκτακτες καταστάσεις.
- (2) Οι καιρικές συνθήκες, θάλασσα, άνεμος, ορατότητα κλπ. είναι δυνατό να

επηρεάσουν την δυνατότητα εφαρμογής του.

11.11. ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΠΙΣΤΑΣΙΑΣ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

Το ημερολόγιο της επιστάσις πυροβολικού ενός πολεμικού πλοίου (gunnery smooth log) υποδιαιρείται στα ακόλουθα τμήματα:

α. Παραλληλισμού

(1) Ένα ξεχωριστό τμήμα για κάθε ΣΔΒ στο οποίο αναφέρονται

- (α) Στοιχεία γενικά και εγκαταστάσεως του συστήματος
- (β) Αναγνώσεις σημείων αναφοράς "bench mark readings" με τις αντίστοιχες θέσεις αναγνώσεως.
- (γ) Πληροφορίες για όλους τους ελέγχους παραλληλισμού και αντίστοιχες ρυθμίσεις.

(2) Ένα ξεχωριστό τμήμα για κάθε πυροβόλο στο οποίο αναφέρονται

- (α) Στοιχεία γενικά και εγκαταστάσεως του πυροβόλου
- (β) Αναγνώσεις των δρομέων "tram" (tram bar readings)
- (γ) Τοποθετήσεις στον μηχανισμό καθιζήσεως
- (δ) Μηχανικά και ηλεκτρικά όρια πυροδοτήσεως
- (ε) Πληροφορίες για όλους τους ελέγχους παραλληλισμού και αντίστοιχες ρυθμίσεις.

β. Διακριβώσεως και παραλληλισμού ραντάρ ΔΒ

(1) Ένα ξεχωριστό τμήμα για κάθε ραντάρ ΔΒ το οποίο περιλαμβάνει

- (α) Στοιχεία παραλληλισμού της κεραίας
- (β) Στοιχεία ελέγχου διπλής ηχούς
- (γ) Ρυθμίσεις ραντάρ
- (δ) Στοιχεία διακριβώσεως και αρχικού παραλληλισμού του ραντάρ.

γ. Αναφορές εκτελεσθεισών πυρών

Περιλαμβάνει ένα χρονολογικό ιστορικό των πραγματοποιηθέντων πυρών μεθόδου ελέγχου του ΣΔΒ, αναλώσεις, παρατηρήσεις.

δ. Στοιχεία φθοράς κοίλων πυροβόλων

Μία σελίδα για κάθε πυροβόλο στην οποία εμφανίζονται πραγματοποιηθείσες βολές, μετρηθείσες φθορές κοίλου, παρατηρήσεις. Στο τμήμα αυτό επισημάνονται και τα ημερολόγια σωλήνων πυροβόλων.

ε. Τυποποιημένα δελτία υπολογισμών και οδηγίες συμπληρώσεως

Το τμήμα αυτό περιέχει τυποποιημένα δελτία υπολογισμών και οδηγίες συμπληρώσεως των όπως π.χ. υπολογισμού αρχικής ταχύτητας, υπολογισμός τυχόν άλλων στοιχείων που τοποθετούνται χειροκινήτως στο ΣΔΒ κλπ.

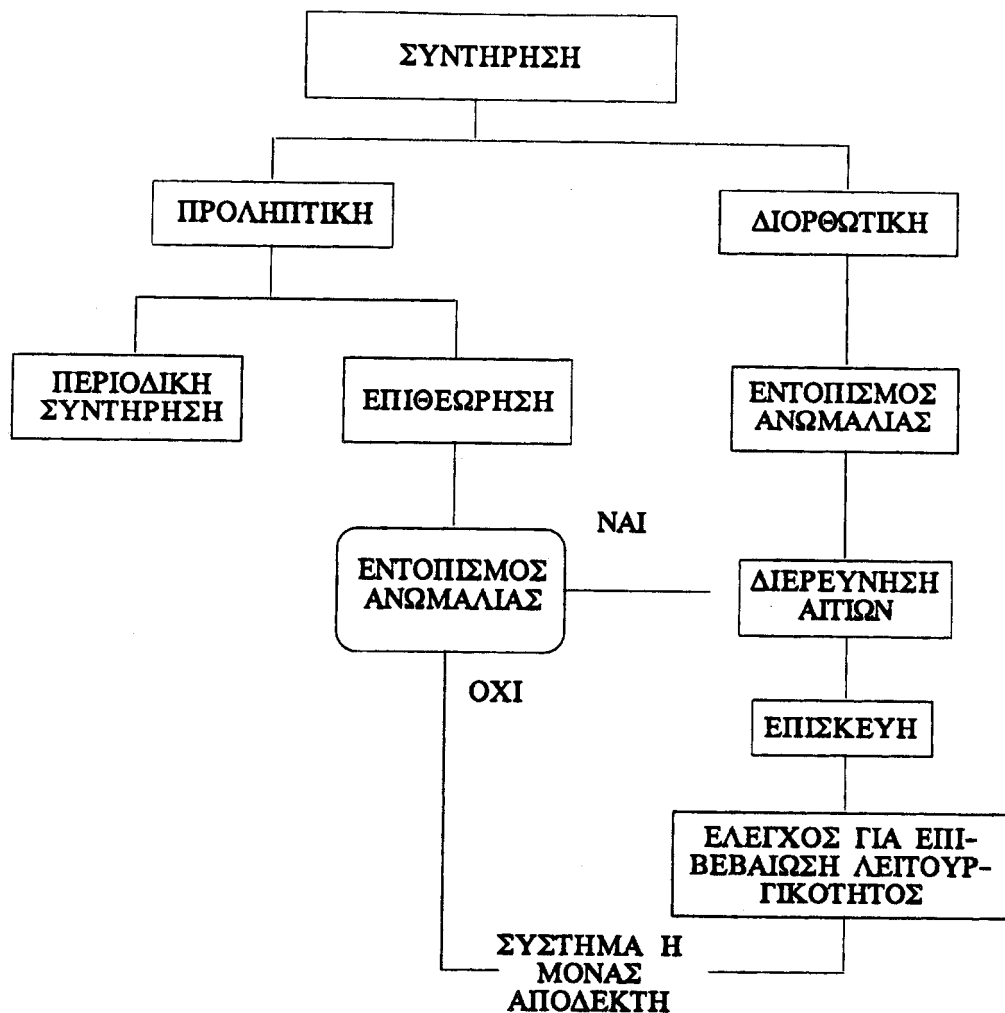
11.12. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

Όπως και σε κάθε άλλη περίπτωση έτσι και στη περίπτωση του υλικού πυροβολικού υπάρχει ανάγκη "συντηρήσεως" του (maintenance) από τον χρήστη προκειμένου να εξασφαλιστεί η λειτουργικότητά του.

Οι δραστηριότητες της συντηρήσεως αυτής μπορούν να υποδιαιρεθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες την "προληπτική συντήρηση" (preventive maintenance) και την "διορθωτική συντήρηση" (corrective maintenance) οι οποίες αναλύονται στη συνέχεια. Στο σχεδιάγραμμα επίσης 11.12-1 παρουσιάζονται σε γραφική παράσταση οι δραστηριότητες της συντηρήσεως του υλικού πυροβολικού.

α. Προληπτική συντήρηση

Η προληπτική συντήρηση περιλαμβάνει γενικά όλες εκείνες τις δραστηριότητες οι οποίες γίνονται περιοδικά σε μία προγραμματισμένη βάση και αποσκοπούν στην διατήρηση του υλικού σε κατάσταση ικανοποιητικής λειτουργίας. Αναλυτικότερα η προληπτική συντήρηση περιλαμβάνει περιοδικούς ελέγχους, επιθεώρηση, συντήρηση και



Σχήμα 11.12-1: Γραφική παράσταση δραστηριοτήτων συντηρήσεως υλικού πυροβολικού

δοκιμαστική λειτουργία του υλικού. Το προγραμματισμένο σύστημα συντηρήσεως (PMS-planned maintenance system) που έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια της προληπτικής συντηρήσεως περιλαμβάνει εργασίες που προβλέπεται να εκτελούνται με την ακόλουθη συχνότητα.

- | | |
|------------------|-------------|
| (1) Ημερήσιες | (D-daily) |
| (2) Εβδομαδιαίες | (W-weekly) |
| (3) Μηνιαίες | (M-monthly) |

(4) Τριμηνιαίες	(Q-quarterly)
(5) Εξαμηνιαίες	(S-semi-annually)
(6) Ετήσιες	(A-annually)
(7) ΜΑΚ	(C-overhaul cycle)
(8) Όταν απαιτούνται	(R-situation required)

β. Διορθωτική συντήρηση

Η διορθωτική συντήρηση περιλαμβάνει γενικά όλες εκείνες τις δραστηριότητες οι οποίες αποβλέπουν στο να επαναφέρουν το υλικό σε κατάσταση λειτουργικότητας μετά από μία ανωμαλία. Η διορθωτική συντήρηση περιλαμβάνει εντοπισμό της βλάβης, διάγνωση του αιτίου, αποκατάσταση της βλάβης και επαλήθευση της καλής λειτουργίας του υλικού. Εντοπισμός της βλάβης στο υλικό είναι δυνατό να διαπιστωθεί και κατά την διάρκεια προληπτικής συντηρήσεως.

11.13. ΑΦΛΟΓΙΣΤΙΑ

Αφλογιστία καλείται η μη πυροδότηση ενός πυροβόλου παρά το γεγονός της ενεργοποίησής του μηχανισμού πυροδοτήσεώς του.

Η αφλογιστία δυνατόν να οφείλεται:

- στην αλλοίωση της προωθητικής πυρίτιδας
- στην βλάβη του εκκαύματος της φυσίγγης
- σε βλάβη του μηχανισμού πυροδοτήσεως

11.14. ΑΡΓΟΦΛΟΓΙΣΤΙΑ ή ΒΡΑΔΥΦΛΕΓΙΑ

Η αργοφλογιστία ή βραδυφλεγία είναι η καθυστερημένη έναυση της προωθητικής πυρίτιδας μετά την ενεργοποίηση του μηχανισμού πυροδοτήσεως του πυροβόλου.

Η αργοφλογιστία ή βραδυφλεγία δυνατό να οφείλεται:

- σε παροχή μικρότερης ποσότητας ενέργειας στο έκκαυμα της φυσίγγης από

τον μηχανισμό πυροδοτήσεως του πυροβόλου σε σχέση με την προβλεπόμενη (ή απαιτούμενη) για την κανονική πυροδότηση αυτού.

- σε ατέλεια της εκρηκτικής ύλης του εκκαύματος
- σε ατέλεια της προωθητικής πυρίτιδας.

Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι από μία θεωρητική άποψη και λαμβανομένων υπόψη των τεχνικών και χημικών χαρακτηριστικών των πυρομαχικών πυροβολικού και των εκρηκτικών υλών που αυτά περιέχουν, μία αργοφλογιστία δεν μπορεί να έχει καθυστέρηση πέρα των 30 λεπτών από την στιγμή της πυροδοτήσεως του πυροβόλου.

11.15. ΘΕΡΜΟ ΚΑΙ ΨΥΧΡΟ ΚΟΙΛΟ

Από μία πρακτική άποψη ένα πυροβόλο θεωρείται ότι έχει με θερμό ή ψυχρό κοίλο, ανάλογα με το εάν είναι δυνατό να διατηρήσει κάποιος το χέρι του επί του σωλήνα του πυροβόλου χωρίς δυσφορία.

Σε σχετική βιβλιογραφία αναφέρονται ορισμοί θερμού κοίλου που συνοδεύονται από συγκεκριμένο αριθμό βολών μέσα σε ορισμένο χρόνο, π.χ. ένα πυροβόλο 3"/50 θεωρείται θερμό εάν έχει βάλλει 50 βλήματα μέσα στο τελευταίο 4ωρο κ.λ.π. Οι ορισμοί αυτοί έχουν προκύψει από σχετικά πειράματα και βάσει της υπαρχούσης πείρας. Παρά ταύτα κρίνεται πλέον ασφαλές για την περίπτωση της θερμοεκρήξεως η οποία αναφέρεται στη συνέχεια, να χρησιμοποιείται ο προαναφερθείς πρακτικός ορισμός, ότι δηλαδή ένα πυροβόλο στο οποίο δεν μπορεί να διατηρηθεί το χέρι κάποιου επί του σωλήνα του χωρίς δυσφορία λόγω της θερμοκρασίας του, θα πρέπει να θεωρείται "ΘΕΡΜΟ".

11.16. ΘΕΡΜΟΕΚΡΗΞΗ

Είναι το φαινόμενο κατά το οποίο εντός θαλάμης θερμού πυροβόλου ευρισκόμενο φυσίγγιο, αυτοπυροδοτείται λόγω της απορροφούμενης θερμότητας από τα τοιχώματα της θαλάμης του σωλήνα.

Εκ των ανωτέρω είναι προφανές ότι θερμοέκρηξη δύναται να συμβεί μόνο σε θερμό πυροβόλο.

Κατά την θερμοέκρηξη λαμβάνουν χώρα ακατάστατα, έντονα ή και επικίνδυνα φαινόμενα όπως π.χ. ρωγμές, διογκώσεις τοπικές ή και διάρρηξη ακόμα της κάννης.

Σε σπάνιες περιπτώσεις είναι δυνατό να παρατηρηθεί θερμοέκρηξη πυροσωλήνα βλήματος ή θεροέκρηξη εκρηκτικής γομώσεως βλήματος. Τούτο βασικά θα εξαρτηθεί από τη σύνθεση κάθε είδους περιεχομένης στο σύστημα πυρομαχικού εκρηκτικής ύλης και την αντίστοιχη θερμοκρασία αναφλέξεως / κατακαύσεως / εκρήξεως, αυτής.

11.17. ΠΥΡΑ ΣΤΕΡΕΩΣΕΩΣ

Τα "Πυρά Στερεώσεως" είναι τα πρώτα πυρά που εκτελεί ένα νεοεγκατασταθέν πυροβόλο και σκοπό έχουν:

- α. Τον έλεγχο της καλής στερεώσεως αυτού στην βάση του.
- β. Τον έλεγχο της καλής λειτουργικότητάς του.
- γ. Τον έλεγχο των τυχόν επιπτώσεων που έχουν οι κραδασμοί του πυροβόλου κατά τα πυρά, σε παρακείμενα καταστρώματα, συστήματα κ.λ.π.

Τα πυρά στερεώσεως εκτελούνται υπό την επίβλεψη αρμοδίου Τεχνικού προσωπικού και κατά τρόπο ώστε το πυροβόλο να δοκιμασθεί στις πλέον δυναμικές συνθήκες λειτουργίας του. Κατά τα εν λόγω πυρά κατά κανόνα βάλλεται ένας αριθμός βλημάτων (συνήθως 7) με την μέγιστη ταχυβολία σε ύψωση 0° και στη συνέχεια η βολή αυτή επαναλαμβάνεται σε ύψωση 45° και στη μέγιστη τιμή υψώσεώς του.

Αντίστοιχα πυρά εκτελούνται επίσης και μετά από Γενική Επισκευή ή μετά από εκτέλεση Εκτεταμένων εργασιών που γίνονται σ' ένα εγκατεστημένο πυροβόλο. Στην περίπτωση αυτή τα πυρά αυτά καλούνται ειδικότερα "πυρά Δυναμικού Ελέγχου".

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 11-1: Αναφέρατε τις ιδανικές συνθήκες στις οποίες πρέπει να βρίσκεται ένα πλοίο για εκτέλεση μετρήσεων παραλληλισμού.
- 11-2: Το διάγραμμα πτώσεων και η επιτυγχανόμενη συγκέντρωση των πτώσεων έχει σχέση με τον παραλληλισμό του ΣΔΒ. Από ποίους εν γένει παράγοντες εξαρτάται η συγκέντρωση των πτώσεων των βολών;
- 11-3: Αναφέρατε τι έλεγχοι και ρυθμίσεις γίνονται στα πλαίσια παραλληλισμού των σωλήνων διδύμου πυροβόλου 5"/38.
- 11-4: Πως εξηγείτε η περίπτωση κατά την οποία σε σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων η απεικόνιση της ημιτονοειδούς καμπύλης μετρήσεως καθιζήσεως δεν είναι συμμετρική ως προς τον οριζόντιο άξονα αλλά βρίσκεται υψηλότερα ή χαμηλότερα;
- 11-5: Από ποίους παράγοντες εξαρτάται η οριζόντια παράλλαξη;
- 11-6: Γιατί είναι ιδιαίτερης σημασίας η εκτέλεση μάξεως ενός σωλήνα Πυροβόλου το συντομότερο δυνατόν μετά την εκτέλεση των πυρών;
- 11-7: Με ποιό τρόπο είναι δυνατό να ελεγχθεί η ακρίβεια των διδομένων αποστάσεων από ένα ραντάρ ΔΒ;
- 11-8: Ποιός ο σκοπός του Δόγματος Πυροβολικού;
- 11-9: Τι στοιχεία περιέχει το ημερολόγιο της Επιστασίας Πυροβολικού;
- 11-10: Πότε θεωρείται από μία πρακτική άποψη ένα πυροβόλο "θερμό";

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΒΟΛΗΣ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

12.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως έχει αναφερθεί ήδη στα προηγούμενα κεφάλαια τα σφάλματα της βολής πυροβολικού διακρίνονται σε "τυχαία" και "συστηματικά" ανάλογα αν τα αίτια των οφείλονται σε αστάθμητους ή μη παράγοντες.

Έκ των ανωτέρω σφαλμάτων τα συστηματικά είναι δυνατόν να διερευνηθούν και να αντιμετωπιστούν είτε με κατάλληλες ρυθμίσεις του ΣΔΒ είτε και με διορθώσεις ΔΒ κατά τη διάρκεια των πυρών όπως συνήθως γίνεται στη βολή κανονισμού. Αντίθετα τα τυχαία σφάλματα θα εξακολουθούν να παρατηρούνται χωρίς να υπάρχει δυνατότητα να τεθούν υπό έλεγχο ή να περιοριστεί η επίδρασή τους στην ακρίβεια της βολής.

Ως παράδειγμα τυχαίων σφαλμάτων θα μπορούσε να αναφερθεί μία μικρή διακύμανση του βάρους ή και της θερμοκρασίας των προωθητικών πυρίτιδων ή μία μικρή διακύμανση του βάρους των βαλλόμενων βλημάτων ή των μετεωρολογικών συνθηκών από βολή σε βολή.

Παρά ταύτα όμως στα πλαίσια της πυροβολικής είναι αναγκαίο σε πολλές περιπτώσεις να επιλυθούν ή να διερευνηθούν ερωτήματα όπως τα ακόλουθα:

α. Ποιά η πιθανότητα ένα βλήμα που θα βληθεί από ένα πυροβόλο να πλήξει το στόχο του; ή

β. Ποιά η πιθανότητα ένα βλήμα που θα βληθεί εναντίον ενός στόχου αέρος, να διέλθει σε ορισμένη απόσταση από αυτόν; ή

γ. Γνωστής της υπάρξεως των τυχαίων σφαλμάτων πόσα βλήματα πρέπει να βληθούν ώστε να εξασφαλιστεί ένας ελάχιστος απαιτούμενος αριθμός αυτών επί

του στόχου κ.ά.

Το θέμα προφανώς γίνεται αρκετά πιο δύσκολο αλλά και περισσότερο ενδιαφέρον όταν στα ανωτέρω ερωτήματα και παράλληλα με την επίδραση των τυχαίων σφαλμάτων συνεκτιμηθούν και οι πιθανότητες αξιόπιστης λειτουργίας των βλημάτων και των επί μέρους μηχανισμών των και οι περιορισμοί που τίθενται ως προϋποθέσεις για την αποτελεσματική λειτουργία των βλημάτων π.χ. γωνία προσπτώσεως, κινητική ενέργεια θραυσμάτων κ.ά. Όταν τέλος ληφθεί υπ' όψη και η φύση του στόχου και η τρωτότητα αυτού στα χρησιμοποιούμενα βλήματα, τότε ασφαλώς η πραγματοποιούμενη ανάλυση της βολής παρουσιάζει επιχειρησιακό ενδιαφέρον.

Το όλο θέμα της ως άνω αναλύσεως αποτελεί αντικείμενο της "επιχειρησιακής αναλύσεως" και απαιτεί για την διερεύνησή του γνώσεις από την θεωρία των πιθανοτήτων αλλά και της στατιστικής.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού αναλύεται κατ' αρχή η περίπτωση "στόχου επιφανείας" ο οποίος δυνατό να είναι θαλάσσιος ή επίγειος και ακολουθεί η περίπτωση "εναέριου στόχου". Η εν λόγω διάκριση των στόχων δεν γίνεται δια τον λόγο ότι αυτή συμφωνεί με την βασική δομή της πυροβολικής όπως αυτή αναφέρθηκε στο βιβλίο αυτό, αλλά επειδή είναι συνεπής με την κατανομή που κάθε περίπτωση παρουσιάζει από το οπτικό πρίσμα της θεωρίας των πιθανοτήτων. Το κεφάλαιο αυτό τέλος ολοκληρώνεται με μία αναφορά στην πιθανότητα καταστροφής ή εξουδετερώσεως ενός στόχου.

12.2. ΣΤΟΧΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

α. Γενικά

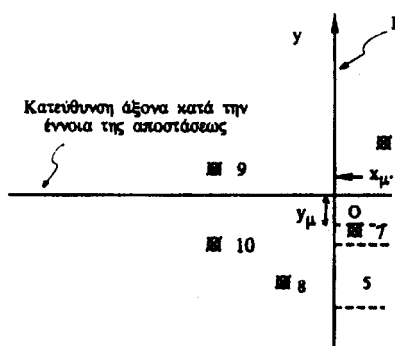
Θεωρηθεί στόχος επιφανείας ο οποίος λαμβάνεται και ως αρχή οριζοντίων καρτεσιανών συντεταγμένων όπως στο σχήμα 12.2-1 φαίνεται.

Στο σχήμα αυτό ο άξονας των τετμημένων x έχει την κατεύθυνση του επιπέδου βολής (δηλαδή είναι προσανατολισμένος κατά την έννοια της αποστάσεως) και ο άξονας των τεταγμένων y κάθετος προς τον προηγούμενο (δηλαδή είναι προσα-

νατολισμένος κατά την έννοια της διευσύνσεως ή παρεκτροπής).

Θεωρηθεί ένα μεγάλο πλήθος ενός συνόλου (v) βολών οι οποίες βάλλονται με τα αυτά στοιχεία βολής και συνθήκες ατμόσφαιρας. Τότε ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί.

(1) Αποκλίσεις: Οι συντεταγμένες x, y των πτώσεων των βολών ως προς το προαναφερθέν σύστημα ορθογωνίων συντεταγμένων.



Σχήμα 12.2-1: Δειγματοληπτική απεικόνιση 10 πτώσεων εκ συνόλου (v) βολών εναντίον στόχου επιφανείας

(2) Διαμήκεις αποκλίσεις: Οι τετμημένες $x_1, x_2, \dots, x_v$ των πτώσεων των βολών.

(3) Εγκάρσιες αποκλίσεις: Οι τεταγμένες $y_1, y_2, \dots, y_v$ των πτώσεων των βολών.

(4) Διαμήκης μέση απόκλιση: Ο μέσος όρος x_μ των διαμήκων αποκλίσεων.

$$x_\mu = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_v}{v}$$

(5) Εγκάρσια μέση απόκλιση: Ο μέσος όρος y_μ των εγκάρσιων αποκλίσεων.

$$y_\mu = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_v}{v}$$

(6) Μέσο σημείο πτώσεως (Μ.Σ.Π.): Το σημείο M με συντεταγμένες $M (x_\mu,$

y_{μ}).

(7) Σφάλματα: Είναι οι αποκλίσεις των πτώσεων από το ΜΣΠ θεωρουμένου ως αρχή συντεταγμένων.

(8) Διαμήκη σφάλματα: Σφάλματα κατά την έννοια του άξονα των τετμημένων δηλαδή x_1-x_{μ} , x_2-x_{μ} , ..., x_v-x_{μ} .

(9) Εγκάρσια σφάλματα: Σφάλματα κατά την έννοια του άξονα των τεταγμένων δηλαδή y_1-y_{μ} , y_2-y_{μ} , ..., y_v-y_{μ} .

(10) Μέσο τετραγωνικό σφάλμα (standard deviation): Καλείται η τετραγωνική ρίζα του μέσου όρου των τετραγώνων των σφαλμάτων και συμβολίζεται με (σ).

(11) Μέσο τετραγωνικό σφάλμα κατά το διαμήκες: Καλείται η τετραγωνική ρίζα του μέσου όρου των τετραγώνων των διαμήκων σφαλμάτων και συμβολίζεται με (σ_x), είναι δε:

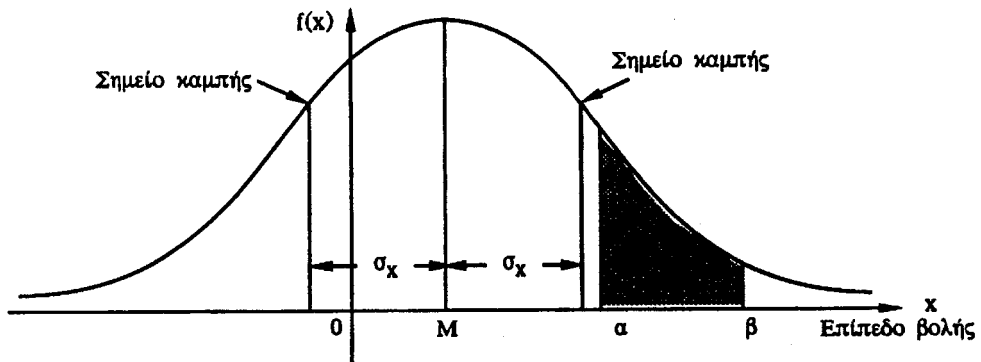
$$\sigma_x = \sqrt{\frac{(x_1-x_{\mu})^2 + (x_2-x_{\mu})^2 + (x_3-x_{\mu})^2 + \dots + (x_v-x_{\mu})^2}{v}}$$

(12) Μέσο τετραγωνικό σφάλμα κατά το εγκάρσιο: Καλείται η τετραγωνική ρίζα του μέσου όρου των τετραγώνων των εγκαρσίων σφαλμάτων και συμβολίζεται με (σ_y), είναι δε:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{(y_1-y_{\mu})^2 + (y_2-y_{\mu})^2 + (y_3-y_{\mu})^2 + \dots + (y_v-y_{\mu})^2}{v}}$$

β. Κατανομή των πτώσεων κατ' απόσταση

Έχει αποδειχτεί πειραματικά ότι η κατανομή των v βολών κατ' απόσταση οι οποίες βάλλονται εναντίον στόχου επιφανείας με τα αυτά αρχικά στοιχεία και συνθήκες ατμόσφαιρας, είναι κανονική και συμμετρική εκατέρωθεν του Μ.Σ.Π. όπως στο σχήμα 12.2-2 φαίνεται:



Σχήμα 12.2-2: Κατανομή πτώσεων κατ' απόσταση με αρχή συντεταγμένων το σημείο θέσεως στόχου Ο.

Η εξίσωση της ως άνω "κανονικής κατανομής" (normal distribution) ή "κατανομής Gauss" είναι:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x^2}} \quad (12.2-1)$$

Σύμφωνα με τη θεωρία των πιθανοτήτων η πιθανότητα το x να λάβει μία συγκεκριμένη τιμή (η μία πτώση να πέσει σε συγκεκριμένο κατ' απόσταση σημείο με μαθηματική ακρίβεια) είναι μηδέν. Η πιθανότητα επίσης το x να λάβει μία τιμή μεταξύ δύο τιμών α και β ισούται με το ολοκλήρωμα:

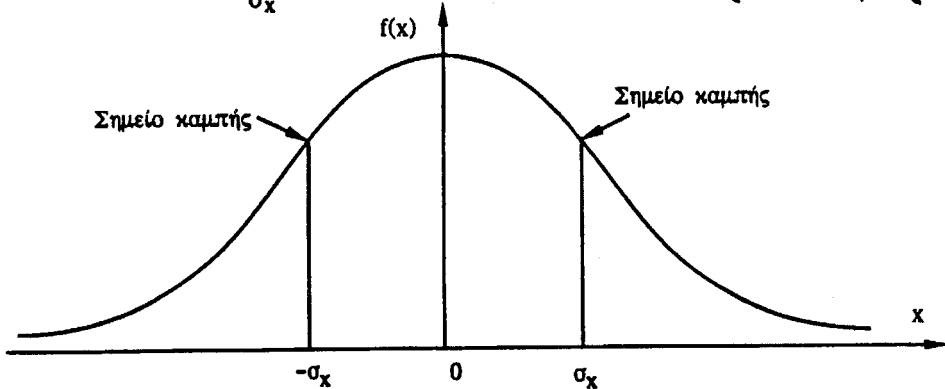
$$P(\alpha \leq x \leq \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(x) dx$$

Γεωμετρικά η ως άνω πιθανότητα παρίσταται με το εμβαδό που προσδιορίζεται κάτωθεν της καμπύλης μεταξύ των δύο ως άνω τιμών του x όπως στο σχήμα 12.2-2 φαίνεται εσκιασμένο. Κατ' αντιστοιχία προς την ως άνω πιθανότητα είναι και το ποσοστό που αναμένεται να πέσει στην αντίστοιχη ζώνη εκ n βολών που βάλονται με τα ίδια στοιχεία βολής και συνθήκες ατμόσφαιρας.

Εάν θεωρηθεί ότι το ΜΣΠ συμπίπτει με τον στόχο, όπως πρακτικά τούτο επιτυγχάνεται με ικανοποιητική ακρίβεια μετά τη βολή κανονισμού, τότε η γραφική παράσταση της εν λόγω κατανομής είναι όπως φαίνεται στο σχήμα 12.2-3 και η εξίσωση της 12.2-1 γίνεται:

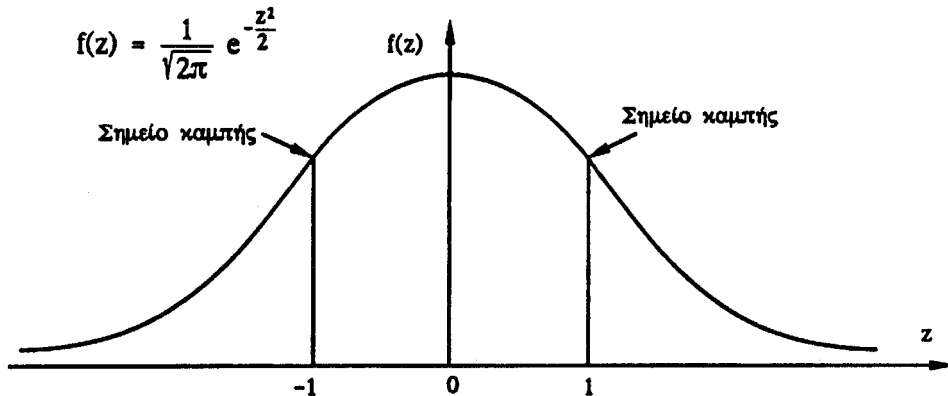
$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}}$$

Εάν οριστεί $z = \frac{x - \mu}{\sigma_x}$, τότε εκ της εξισώσεως 12.2-1 προκύπτει η "πρότυ-



Σχήμα 12.2-3: Κατανομή πτώσεων κατ' απόσταση όταν το Μ.Σ.Π. συμπίπτει με τον στόχο

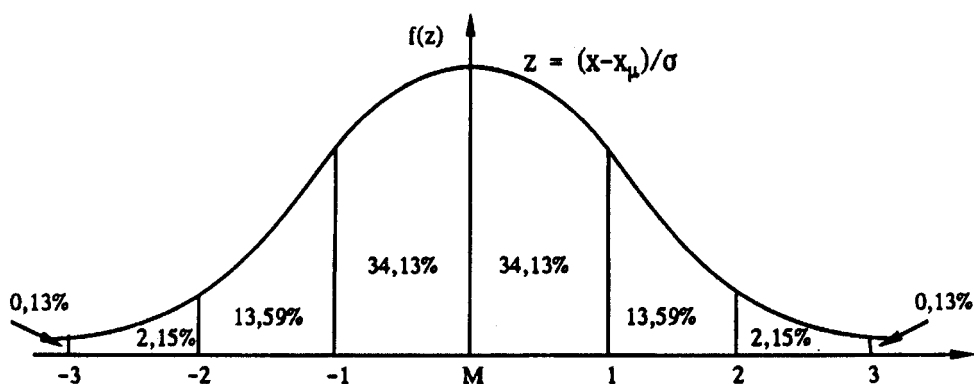
πος κανονική κατανομή" (standard normal distribution) η οποία φαίνεται στο σχήμα 12.2-4. Σ' αυτή την κατανομή λαμβάνεται $\mu = 0$ και $\sigma_x = 1$ οπότε η εξίσωση (12.2-1) γράφεται:



Σχήμα 12.2-4: Πρότυπος κανονική κατανομή κατ' απόσταση

Τα γενικά χαρακτηριστικά της κανονικής κατανομής από το οπτικό πρίσμα της Πυροβολικής, είναι ότι αυτή είναι συμμετρική ως προς το ΜΣΠ και είναι ασύμπτωτος ως προς τον οριζόντιο άξονα. Όσο μικρότερη δε είναι η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (σ) τόσο περισσότερες βολές πέφτουν εγγύτερα του στόχου. Όπως προαναφέρθηκε δε το κάτωθεν της καμπύλης εμβαδόν που ορίζεται από δύο σημεία του οριζόντιου άξονα προσδιορίζει το ποσοστό των πτώσεων επί του συνόλου (v) οι οποίες έπεσαν στην αντίστοιχη ζώνη όπως στο σχήμα 12.2-5 φαίνεται.

Στον πίνακα 12.2-1 παρέχονται αναλυτικά τα ποσοστά αυτά όπου η μονάδα αντιπροσωπεύει το σύνολο των πτώσεων (για αναγωγή επί τοις % απαιτείται πολλαπλασιασμός επί 100). Ως στοιχείο εισόδου για χρήση του εν λόγω πίνακα χρησιμοποιείται η τιμή (z) υπολογιζόμενη γενικά από τη σχέση:



Σχήμα 12.2-5: Ποσοστά πτώσεων κατ' απόσταση επί του συνόλου των (v) βολών στην αντίστοιχη ζώνη

ή για την υπ' όψη περίπτωση υπολογισμού της κατανομής των πτώσεων κατά το διαμήκες

$$z = (x - x_{\mu}) / \sigma_x$$

Όταν το μέσο σημείο πτώσεων (ΜΣΠ) θεωρείται ότι συμπίπτει με την θέση του στόχου όπως με μεγάλη ακρίβεια μπορεί να επιτευχθεί τούτο με την βολή κανονισμού, τότε $x_{\mu} = 0$ και

$$z = x / \sigma_x$$

Λόγω της συμμετρίας της καμπύλης ως προς τον κατακόρυφο άξονα εμβαδά αντιστοιχούντα στον αρνητικό ημιάξονα ($-z$) υπολογίζονται στο αντίστοιχο τμήμα του θετικού ημιάξονα $+z$ και έτσι ο πίνακας που προαναφέρθηκε έχει στην πρώτη αριστερή στήλη μόνο θετικές τιμές εισόδου του z .

Από τα προαναφερθέντα προκύπτουν οι ακόλουθες διαπιστώσεις:

- Όσο μικρότερη είναι η τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (σ) τόσο

αυξάνει ο αριθμός των πτώσεων που πέττουν εγγύτερα του στόχου.

- Τα σημεία καμπής της καμπύλης έχουν τετμημένη (σ) και ($-\sigma$) αντίστοιχα.

- Τιμές του $z > 3.9$ και $z < -3.9$ δεν έχουν ιδιαίτερη σημασία δεδομένου ότι πρακτικά στο εύρος τιμών $-3.9 < z < 3.9$ περιέχεται το σύνολο των πτώσεων.

Παράδειγμα: Μετά από βολή κανονισμού εναντίον σημειακού στόχου επιφανείας βάλλονται 10 βλήματα, με τα ίδια στοιχεία βολής και συνθήκες ατμοσφαιρικής. Για την συγκεκριμένη απόσταση βολής το χρησιμοποιηθέν πυροβόλο παρουσιάζει $\sigma_x = 100$ m. Να ευρεθεί εκ των 10 βληθέντων βλημάτων.

α. Πόσες βολές θα είναι μακρές και πόσες βραχείες.

β. Πόσες βολές θα πέσουν από 200 m εγγύς μέχρι 200 m μακριά

γ. Πόσες βολές θα πέσουν από 100 m εγγύς μέχρι 300 m μακριά

Είναι προφανές ότι λόγω της συμμετρίας της κανονικής κατανομής ως προς τον άξονα που διέρχεται από το ΜΣΠ (σχήμα 12.2-5) και του γεγονότος ότι πρόκειται για σημειακό στόχο, οι μισές βολές δηλαδή οι 5 θα είναι μακρές και οι υπόλοιπες 5 βραχείες.

Για $x = 200$, $z = 200/100 = 2$. Από τον πίνακα 12.2-1 για $z = 2$ το ποσοστό των πτώσεων που πέττουν στην αντίστοιχη ζώνη ($0 \leq z \leq 2$) είναι 0,4772. Άρα από 200 m εγγύς μέχρι 200 m μακριά πρέπει να πέττει το

$$2 \times 0,4772 = 0,9544 \text{ ή το } 95,44\%$$

των βολών δηλαδή κατά προσέγγιση και οι 10 βολές.

Για $z = 100/100 = 1$ και $z = 300/100 = 3$, από τον πίνακα 12.2-1 και πάλι, βρίσκουμε αντίστοιχα 0,3414 και 0,4987. Άρα από 100 m εγγύς μέχρι 300 m μακριά θα πρέπει να πέττει το

$$0,3413 + 0,4987 = 0,84 \text{ ή το } 84\%$$

των βολών, δηλαδή κατά προσέγγιση οι 8 εκ των 10 βληθεισών βολών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.2-1

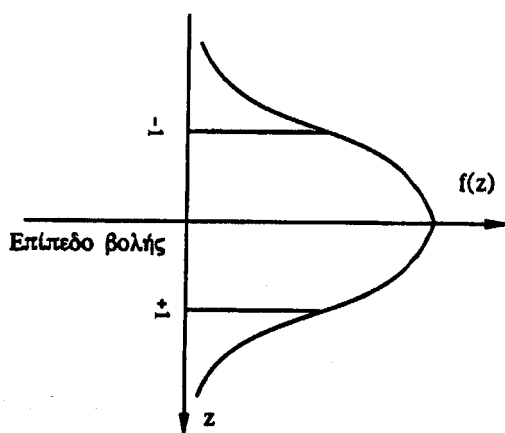
Εμβαδό κάτω από την πρότυπο κανονική κατανομή
(standard normal curve) από 0 έως z.

[illegible]

γ. Κατανομή των πτώσεων κατά διεύθυνση

Όπως και στην περίπτωση της κατανομής των πτώσεων κατ' απόσταση η οποία προαναφέρθηκε, έτσι και στην περίπτωση της κατανομής κατά διεύθυνση, έχει πειραματικά αποδειχθεί ότι και η εν λόγω κατανομή (v) βολών είναι κανονική (normal distribution) είναι δηλαδή:

$$f(y) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-y_\mu)^2}{2\sigma_y^2}} \quad 12.2-2$$

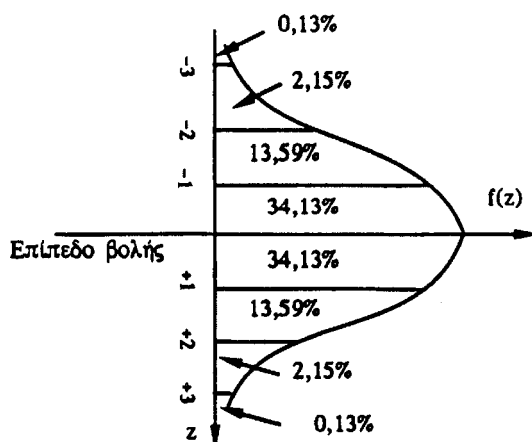


Σχήμα 12.2-6: Πρότυπος κατανομή κατά παρεκτροπή (ή διεύθυνση)

Με χρήση του πίνακα 12.2-1 και με στοιχείο εισόδου:

$$z = \frac{y-y_\mu}{\sigma_y} \quad \text{ή} \quad z = \frac{y}{\sigma_y} \quad \text{όταν } y_\mu = 0$$

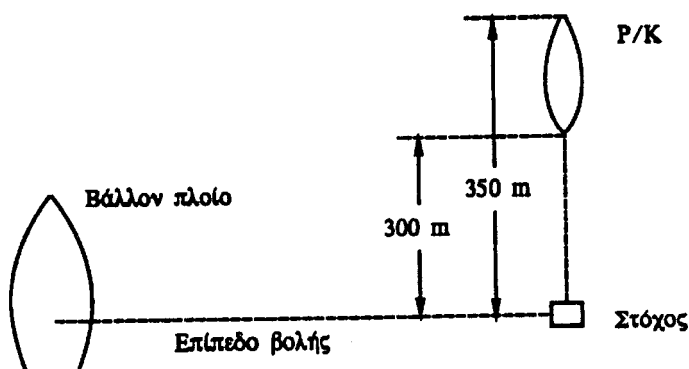
υπολογίζουμε τα ποσοστά των πτώσεων κατά διόπτρευση όπως στο σχήμα 12.2-7 φαίνεται:



Σχήμα 12.2-7: Ποσοστά πτώσεων κατά διάπτευση επί του συνόλου των (ν) βολών στην αντίστοιχη ζώνη

Όσον αφορά το σ_y στη βολή επιφανείας, τούτο όταν δεν είναι επακριβώς γνωστό μπορεί να λαμβάνεται με ικανοποιητική ακρίβεια ως το $1/5$ του αντίστοιχου σ_x .

Παράδειγμα: Κατά τη διάρκεια πυρών επιφανείας και μετά τη βολή κανονισμού βάλлонται 10 βλήματα με τα αυτά στοιχεία βολής και συνθήκες ατμοσφαιρικής. Πόσα από αυτά είναι πιθανό να πέσουν από 300 m έως 350 m αριστερά του στόχου όπου βρίσκεται το ρυμουλκό. Δίδεται ότι για την απόσταση βολής $\sigma_x = 100$ m.



Σχήμα 12.2-8: Πιθανή διάταξη περιοχής βολής

Με τα δεδομένα του προβλήματος μία πιθανή διάταξη είναι η εμφανιζόμενη στο σχήμα 12.2-8.

Για $y = 350$ m και $\sigma_y = (1/5)\sigma_x = 100/5 = 20$ m, $z = y/\sigma_y = 350/20 = 17,5$

Για $y = 300$ m και $\sigma_y = (1/5)\sigma_y = 100/5 = 20$ m, $z = y/\sigma_x = 300/20 = 15$

Είναι προφανές ότι επειδή πρακτικά μέχρι την τιμή $z = 4$ πέφτει το σύνολο των βολών, δεν αναμένονται πτώσεις στην ζώνη $15 \leq z \leq 17,5$. Αν αντίθετα οι δύο τιμές του z που υπολογίστηκαν ήταν μικρότερες του 4 τότε η διαφορά των αντίστοιχων εμβαδών που θα ελαμβάνοντο από τον πίνακα 12.2-1 θα έδιδε την απάντηση στο τεθέν ερώτημα.

δ. Κατανομή των πτώσεων κατ' απόσταση και διεύθυνση

Κάθε μία από τις προαναφερθείσες κατανομές αναφέρεται σε μία διάσταση ενώ στην πράξη η εν γένει κατανομή έχει δύο διαστάσεις.

Θεωρουμένων των δύο μεταβλητών x, y , ως ανεξαρτήτων μεταξύ των, ότι δηλαδή η τιμή της τετμημένης μιας πτώσεως είναι ανεξάρτητη της τεταγμένης αυτής και αντιστρόφως, τότε υπό μία μαθηματική έννοια η συνεκτίμηση των δύο κατανομών δίδεται δια της σχέσεως:

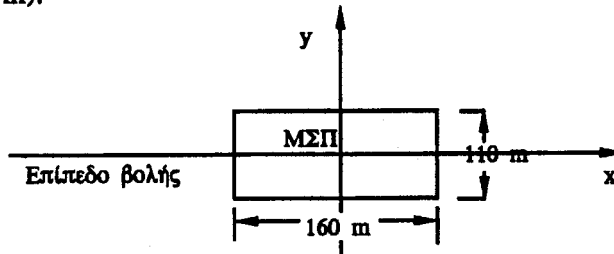
$$f(x, y) = f(x) \cdot f(y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} e^{-\left(\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x^2} + \frac{(y-y_0)^2}{2\sigma_y^2}\right)} \quad 12.2-3$$

όπως αυτή προκύπτει δια πολλαπλασιασμού των εξισώσεων 12.2-1 και 12.2-2. Όταν δε $\sigma_x = \sigma_y$ τότε αποκαλείται "κυκλική" περίπτωση ενώ όταν $\sigma_x \neq \sigma_y$ "μη κυκλική" (όπως η περίπτωση στόχου επιφανείας). Εάν επομένως είναι επιθυμητό να υπολογιστεί το ποσοστό των πτώσεων μεταξύ δύο οριακών τιμών x_1, x_2 και y_1, y_2 των συντεταγμένων x και y αντίστοιχα, τούτο δίδεται από τη σχέση:

$$\Pi = \int_{x_1}^{x_2} \int_{y_1}^{y_2} f(x, y) \, dx \, dy$$

Με την αναγωγή που προαναφέρθηκε της κανονικής κατανομής σε πρότυπο κανονική κατανομή, ο υπολογισμός της προαναφερθείσας σχέσεως δίδεται ευκολότερα με χρήση του πίνακα 12.2-1 όπως στα παραδείγματα που ακολουθούν αναλυτικά φαίνεται.

Παράδειγμα 1ο: Θεωρηθεί στόχος επιφανείας του οποίου η κάτοψη παρουσιάζεται στο σχήμα 12.2-9. Να ευρεθεί πόσα βλήματα κατά τη βολή καταστροφής πρέπει να βληθούν εναντίον του ώστε να εξασφαλιστεί η πτώση 20 βλημάτων επ' αυτού ($\sigma_x = 100$ m).



Σχήμα 12.2-9: Στόχος επιφανείας σε κάτοψη

Εξετάζοντας κατ' αρχήν κατ' απόσταση τις πτώσεις προκύπτει:

$$z = x/\sigma_x = 80/100 = 0,8 \Rightarrow \Pi = 0,2881$$

$$\Pi_x = 2\Pi = 2 \times 0,2881 = 0,5762$$

Εξετάζοντας στη συνέχεια τις πτώσεις κατά διεύθυνση προκύπτει:

$$z = y/\sigma_y = 55/20 = 2,75 \Rightarrow \Pi = 0,4970$$

$$\Pi_y = 2\Pi = 2 \times 0,4970 = 0,9940$$

$$\Pi_{ολ} = \Pi_x \cdot \Pi_y = 0,5762 \times 0,9940 = 0,5727$$

$$\text{ή } \Pi_{ολ} = 57,27\%$$

Επειδή στα 100 βλήματα πέττουν τα 57 επί του στόχου, για να εξασφαλιστεί η πτώση 20 βλημάτων επί του στόχου πρέπει να βληθούν:

$$(20/57) \times 100 \approx 35 \text{ βλήματα}$$

Παράδειγμα 2ο: Θεωρηθεί στόχος επιφανείας σχήματος κυκλικού όπως στο σχήμα 12.2-10 φαίνεται με ακτίνα 35 m. Μετά την βολή κανονισμού βάλλονται 40 βλήματα εναντίον του. Πόσα από αυτά αναμένεται να τον προσβάλλουν;

Σε περίπτωση που ο στόχος επιφανείας δεν έχει σχήμα γενικά ορθογωνίου, είναι αναγκαίο για την επίλυση του προβλήματος να υποδιαιρεθεί αυτός κατά

προσέγγιση σε επί μέρους ορθογώνια προσανατολισμένα κατά την έννοια του επιπέδου βολής. Οδηγός για την εν λόγω υποδιαίρεση είναι το πραγματικό σχήμα του στόχου και η επιθυμητή ακρίβεια. Στο σχήμα 12.2-10 φαίνεται η υποδιαίρεση του δεξιού ημικυκλίου του στόχου του παραδείγματος σε ορθογώνια διαστάσεως 5 m το κάθε ένα κατά την έννοια του άξονα x.

Στη συνέχεια το πρόβλημα επιλύεται κατά τα γνωστά για το κάθε ένα ορθογώνιο και λόγω συμμετρίας το αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει από τους υπολογισμούς που γίνονται για το ένα ημικύκλιο, πρέπει να διπλασιαστεί για να συνυπολογιστεί και το αριστερό ημικύκλιο, ως ακολούθως:

α. Από το σχήμα 12.2-10 και βάσει της κλίμακας προκύπτει ότι η κάθε επί μέρους πιθανότητα έχει αντιστοιχία με ένα ορισμένο ορθογώνιο του οποίου οι διαστάσεις σε m είναι ως ακολούθως:

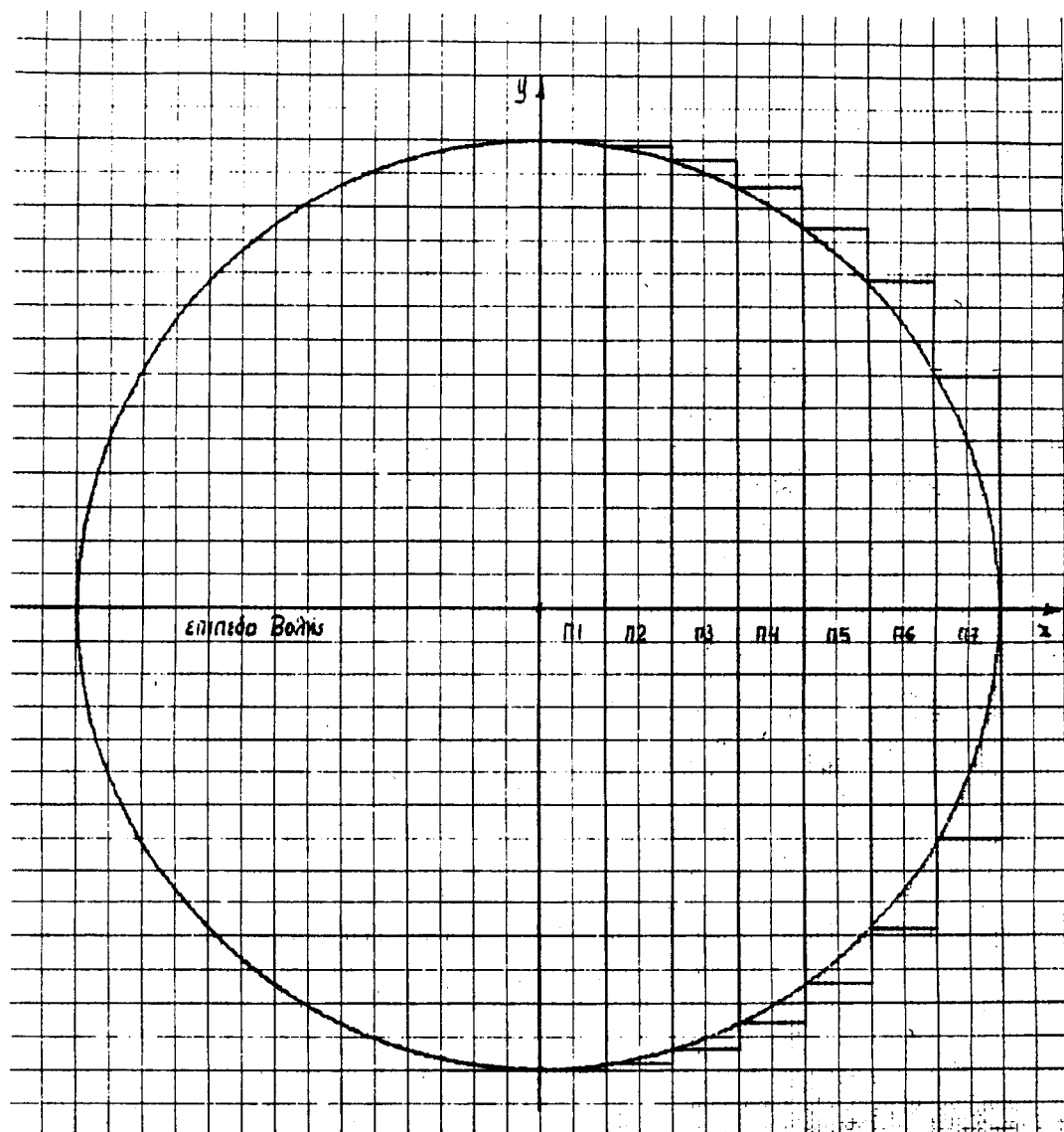
$$\begin{array}{llll} \Pi_1 \Rightarrow 5 \times 70 & \Pi_3 \Rightarrow 5 \times 67 & \Pi_5 \Rightarrow 5 \times 58 & \Pi_7 \Rightarrow 5 \times 35 \\ \Pi_2 \Rightarrow 5 \times 69 & \Pi_4 \Rightarrow 5 \times 63 & \Pi_6 \Rightarrow 5 \times 49 & \end{array}$$

β. Για κάθε μία εκ των ως άνω 7 ορθογωνίων περιοχών, υπολογίζεται με χρήση του πίνακα 12.2-1 το αντιστοιχούν ποσοστό επιτυχίας ως ακολούθως: ($\sigma_x = 100$, $\sigma_y = 20$).

$$\begin{aligned} \Pi 1 : z_{5,x} &= 5/100 = 0,05 \Rightarrow \Pi_{1,x} = 0,0199 \\ z_{35,y} &= 35/20 = 1,75 \Rightarrow \Pi_{1,y} = 2 \times 0,4599 = 0,9198 \\ \text{και } \Pi_1 &= \Pi_{1,x} \cdot \Pi_{1,y} = 0,0199 \times 0,9198 = 0,0183 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi 2 : z_{10,x} &= 10/100 = 0,1 \Rightarrow \Pi_{2,x} = 0,0398 - \Pi_{1,x} = 0,0398 - 0,0199 = 0,0199 \\ z_{34,5,y} &= 34,5/20 = 1,725 \Rightarrow \Pi_{2,y} = 2 \times 0,4577 = 0,9155 \\ \text{και } \Pi_2 &= \Pi_{2,x} \cdot \Pi_{2,y} = 0,0199 \times 0,9155 = 0,0182 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi 3 : z_{15,x} &= 15/100 = 0,15 \Rightarrow \Pi_{3,x} = 0,0596 - \Pi_{1,x} - \Pi_{2,x} = 0,0198 \\ z_{33,5,y} &= 33,5/20 = 1,675 \Rightarrow \Pi_{3,y} = 2 \times 0,4530 = 0,9060 \\ \text{και } \Pi_3 &= \Pi_{3,x} \cdot \Pi_{3,y} = 0,0198 \times 0,9060 = 0,0179 \end{aligned}$$



Σχήμα 12.2-10: Κάτοψη κυκλικού στόχου επιφανείας

$$\begin{aligned}
 \Pi_4 : z_{20,x} &= 20/100=0,20 \quad \Rightarrow \quad \Pi_{4,x} = 0,0793-\Pi_{1,x}-\Pi_{2,x}-\Pi_{3,x}=0,0197 \\
 z_{31,5,y} &= 31,5/20 = 1,575 \quad \Rightarrow \quad \Pi_{4,y} = 2 \times 0,4423 = 0,8847 \\
 \text{και } \Pi_4 &= \Pi_{4,x} \cdot \Pi_{4,y} = 0,0197 \times 0,8847 = 0,0174
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Pi_5 : z_{25,x} &= 25/100=0,25 \quad \Rightarrow \quad \Pi_{5,x} = 0,0987-\Pi_{1,x}-\Pi_{2,x}-\Pi_{3,x}-\Pi_{4,x}=0,0194 \\
 z_{29,y} &= 29/20 = 1,45 \quad \Rightarrow \quad \Pi_{5,y} = 2 \times 0,4265 = 0,8530 \\
 \text{και } \Pi_5 &= \Pi_{5,x} \cdot \Pi_{5,y} = 0,0194 \times 0,8530 = 0,0165
 \end{aligned}$$

$$\Pi_6 : z_{30,x} = 30/100=0,30 \Rightarrow \Pi_{6,x}=0,1179-\Pi_{1,x}-\Pi_{2,x}-\Pi_{3,x}-\Pi_{4,x}-\Pi_{5,x}=0,0192$$

$$z_{24,5,y} = 24,5/20 = 1,225 \Rightarrow \Pi_{6,y} = 2 \times 0,3893 = 0,7786$$

$$\text{και } \Pi_6 = \Pi_{6,x} \cdot \Pi_{6,y} = 0,0192 \times 0,7786 = 0,0149$$

$$\Pi_7 : z_{35,x}=35/100=0,35 \Rightarrow \Pi_{7,x}=0,1368-\Pi_{1,x}-\Pi_{2,x}-\Pi_{3,x}-\Pi_{4,x}-\Pi_{5,x}-\Pi_{6,x}=0,6184$$

$$z_{17,5,y} = 17,5/20 = 0,875 \Rightarrow \Pi_{7,y} = 2 \times 0,3092 = 0,6184$$

$$\text{και } \Pi_7 = \Pi_{7,x} \cdot \Pi_{7,y} = 0,0189 \times 0,6184 = 0,0117$$

γ. Υπολογίζεται η $\Pi_{ολ}$ ως ακολούθως:

$$\begin{aligned} \Pi_{ολ} &= 2 (\Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 + \Pi_4 + \Pi_5 + \Pi_6 + \Pi_7) = \\ &= 2 (0,0183 + 0,0182 + 0,0179 + 0,0174 + 0,0165 + 0,0149 + 0,0117) \\ &= 0,23 \text{ ή } 23\%. \end{aligned}$$

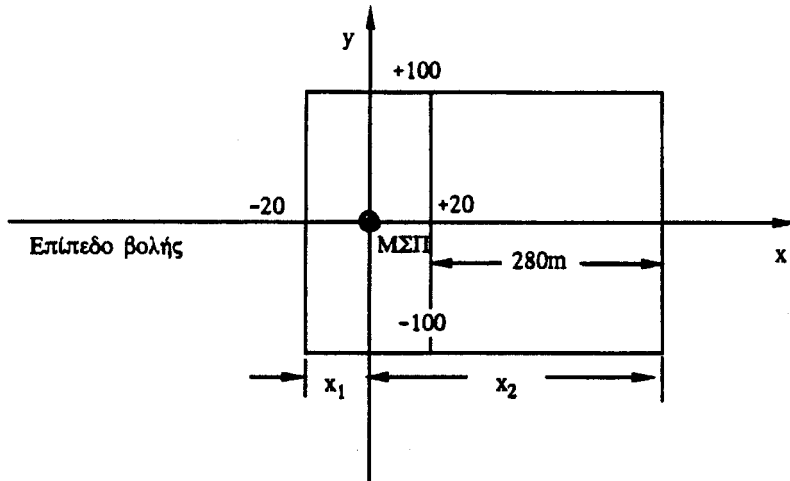
Επειδή στα 100 βλήματα πέττουν τα 23 επί του στόχου, στα 40 βλήματα που βάλλονται θα πέσουν

$$(23 \times 40)/100 = 9 \text{ βλήματα}$$

Παράδειγμα 3ο. Ένα εμπορικό πλοίο με μέγιστο μήκος 200 m και μέγιστο πλάτος 40 m βάλλεται με ναυτικό πυροβολικό από εγκάρσια κατεύθυνση. Λόγω της επικινδύνου ζώνης του στόχου, θεωρούνται επιτυχείς και βολές βλημάτων που στην τροχιά των αντιστοιχούν σημεία πτώσεως μακρύτερα του στόχου μέχρι και 280 m, επειδή αυτά πλήττουν τον στόχο στις υπερκατασκευές του.

Μετά την βολή κανονισμού ακολουθεί βολή καταστροφής κατά την οποία βάλλονται 60 βλήματα. Να υπολογιστεί πόσα από τα βλήματα αυτά αναμένεται να προσβάλλουν τον στόχο (δίδεται $s_x = 100$).

Ο εν λόγω στόχος κατά προσέγγιση θεωρείται ορθογώνιος όπως στο σχήμα 12.2-11 φαίνεται:



Σχήμα 12.2-11: Κάτοψη στόχου επιφανείας μετά της επικινδύνου ζώνης αυτού

$$z = x_1/\sigma_x = 20/100 = 0,2 \quad \Rightarrow \quad \Pi_{x_1} = 0,0793$$

$$z = x_2/\sigma_x = (20+280)/100 = 3 \quad \Rightarrow \quad \Pi_{x_2} = 0,4987$$

$$\text{επομένως } \Pi_x = 0,0793 + 0,4987 = 0,5780$$

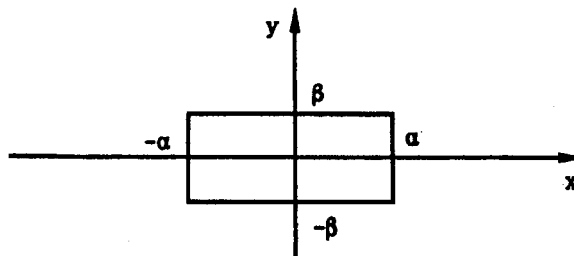
$$z = y/\sigma_y = 100/20 = 5 \quad \Rightarrow \quad \Pi = 0,5 \quad \Pi_y = 2\Pi = 1$$

$$\text{επομένως } \Pi_{ολ} = \Pi_x \cdot \Pi_y = 0,5780 \times 1 = 0,5780 \text{ ή } 57,8\%$$

Άρα στα 60 βλήματα αναμένεται να πέσουν επί του στόχου
 $(57,8 \times 60)/100 = 35$ βλήματα

ε. Πιθανότητα προσβολής ενός στόχου επιφανείας με μία βολή

Η πιθανότητα γενικά προσβολής (direct hit) ενός στόχου με μία βολή συμβολίζεται με $P(h)$ και από την εξίσωση 12.2-3, αποδεικνύεται ότι για ένα στόχο ορθογωνίου σχήματος όπως στο σχήμα 12.2-12 φαίνεται, όπου το ΜΣΠ συμπίπτει με τον στόχο, είναι:



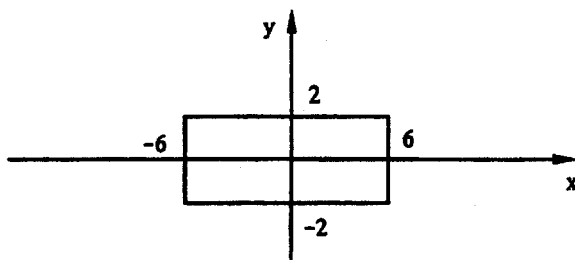
Σχήμα 12.2-12: Στόχος επιφανείας ορθογωνίου σχήματος

$$P(h) = \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-a/\sigma_x}^{a/\sigma_x} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \right\} \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-b/\sigma_y}^{b/\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2}} dy \right\}$$

$$\text{ή } P(h) = \frac{1}{2\pi} \left\{ \int_{-a/\sigma_x}^{a/\sigma_x} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \right\} \left\{ \int_{-b/\sigma_y}^{b/\sigma_y} e^{-\frac{y^2}{2}} dy \right\} \quad 13.2-4$$

Παράδειγμα: Κατά τη διάρκεια εκπαιδευτικών πυρών επιφανείας εναντίον ρυμουλκούμενου στόχου με διαστάσεις κατά προσέγγιση 12x4 m ποιά η πιθανότητα να προσβληθεί αυτός με μία βολή πυροβολικού η οποία έπεται της βολής κανονισμού; Δίδεται ότι για την απόσταση βολής $\sigma_x = 100$ m.

Κατά την περίπτωση αυτή η κάτοψη του στόχου θα είναι όπως φαίνεται στο σχήμα 12.2-13.



Σχήμα 12.2-13: Κάτοψη στόχου παραδείγματος

Η πιθανότητα με μία μόνο βολή που θα βληθεί να προσβληθεί ο στόχος είναι:

$$P(h) = \frac{1}{2\pi} \left\{ \int_{-6/100}^{6/100} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \right\} \left\{ \int_{-2/20}^{2/20} e^{-\frac{y^2}{2}} dy \right\} = \frac{1}{2\pi} \int_{-0.06}^{0.06} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \int_{-0.1}^{0.1} e^{-\frac{y^2}{2}} dy$$

Το ολοκλήρωμα $\int_{-a}^a e^{-\frac{x^2}{2}} dx$ είναι καταχρηστικό.

Η συνάρτηση $e^{-\frac{x^2}{2}}$ αναπτύσσεται σύμφωνα με τον τύπο του Taylor σε σειρά Taylor ως εξής:

$$e^{-\frac{x^2}{2}} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{2^n n!} = 1 - \frac{x^2}{2 \cdot 1!} + \frac{x^4}{4 \cdot 2!} - \frac{x^6}{8 \cdot 3!} + \dots$$

Η σειρά αυτή είναι συγκλίνουσα.

Έχουμε ότι:

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx &= \int_{-\infty}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{2^n n!} dx = \sum_{n=0}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{2^n n!} dx = \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} dx - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2}{2 \cdot 1!} + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^4}{4 \cdot 2!} - \int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^6}{8 \cdot 1!} + \dots \end{aligned}$$

Αφού η σειρά είναι συγκλίνουσα και το ολοκλήρωμα συγκλίνει όσο περισσότερους όρους αθροίσουμε τόσο καλύτερη προσέγγιση επιτυγχάνουμε. (Συνήθως χρησιμοποιούμε για αυτό το ολοκλήρωμα υπολογιστή με τον κατάλληλο αλγόριθμο).

Για το συγκεκριμένο παράδειγμα λαμβάνουμε πέντε (5) όρους. (Παίρνουμε δηλαδή $n = 5$ που θεωρείται μια καλή προσέγγιση).

$$\begin{aligned} P(h) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-0,06}^{0,06} e^{-\frac{x^2}{2}} dx \int_{-0,1}^{0,1} e^{-\frac{y^2}{2}} dy = \\ &= \frac{1}{2\pi} \left\{ \int_{-0,06}^{0,06} dx - \int_{-0,06}^{0,06} \frac{x^2}{2 \cdot 1!} dx + \int_{-0,06}^{0,06} \frac{x^4}{4 \cdot 2!} dx - \int_{-0,06}^{0,06} \frac{x^6}{8 \cdot 3!} dx + \int_{-0,06}^{0,06} \frac{x^8}{16 \cdot 4!} dx \right\} \\ &\quad \left\{ \int_{-0,1}^{0,1} dy - \int_{-0,1}^{0,1} \frac{y^2}{2 \cdot 1!} dy + \int_{-0,1}^{0,1} \frac{y^4}{4 \cdot 2!} dy - \int_{-0,1}^{0,1} \frac{y^6}{8 \cdot 3!} dy + \int_{-0,1}^{0,1} \frac{y^8}{16 \cdot 4!} dy \right\} = \\ &= \frac{1}{2\pi} \left\{ [x]_{-0,06}^{0,06} - \left[\frac{x^3}{3 \cdot 2 \cdot 1!} \right]_{-0,06}^{0,06} + \left[\frac{x^5}{5 \cdot 4 \cdot 2!} \right]_{-0,06}^{0,06} - \left[\frac{x^7}{7 \cdot 8 \cdot 3!} \right]_{-0,06}^{0,06} + \left[\frac{x^9}{9 \cdot 16 \cdot 4!} \right]_{-0,06}^{0,06} \right\} \\ &\quad \left\{ [y]_{-0,1}^{0,1} - \left[\frac{y^3}{3 \cdot 2 \cdot 1!} \right]_{-0,1}^{0,1} + \left[\frac{y^5}{5 \cdot 4 \cdot 2!} \right]_{-0,1}^{0,1} - \left[\frac{y^7}{7 \cdot 8 \cdot 3!} \right]_{-0,1}^{0,1} + \left[\frac{y^9}{9 \cdot 16 \cdot 4!} \right]_{-0,1}^{0,1} \right\} \\ &= 0,0038 \text{ ή } 0,38\%. \end{aligned}$$

Επομένως η πιθανότητα με μία μόνο βολή να βληθεί ο στόχος είναι 0,38%.

ζ. Τιμές σ_x και σ_y για στόχο επιφανείας

Κατωτέρω παρέχονται τιμές μέσω των τετραγωνικών σφαλμάτων διαφόρων πυροβόλων προκειμένου χρησιμεύσουν σε τυχόν εφαρμογές.

(1) Πυροβόλο ΟΤΟ - MELARA 76/62

Απόσταση βολής	σ_x	σ_y
5 Km	104 m	5 m
6	99	7
7	97	9
8	97	13
9	103	16
10	110	22
11	122	27
12	137	32

(2) Πυροβόλο 3"/50 RF

10	99	15
----	----	----

(3) Πυροβόλο 5"/38

10	130	25
15	126	24

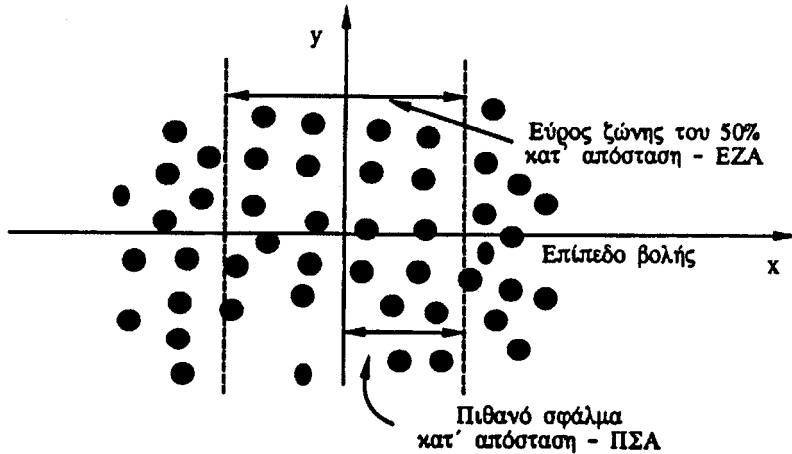
η. Πιθανό σφάλμα κατ' απόσταση και παρεκτροπή

Το "πιθανό σφάλμα κατ' απόσταση" (range probable error) είναι το μήκος της αποστάσεως μεταξύ της μέσης αποστάσεως και της αποστάσεως εκείνης που αντιστοιχεί το 25% των πτώσεων, όπως στο σχήμα 12.2-14 φαίνεται. Κατ' επέκταση του ορισμού αυτού, "εύρος ζώνης του 50% κατ' απόσταση" καλείται το εύρος της ζώνης συμμετρικής ως προς τη μέση απόσταση στο οποίο αντιστοιχεί το 50% των πτώσεων.

Αποδεικνύεται ότι το πιθανό σφάλμα κατ' απόσταση (ΠΣΑ) και το εύρος

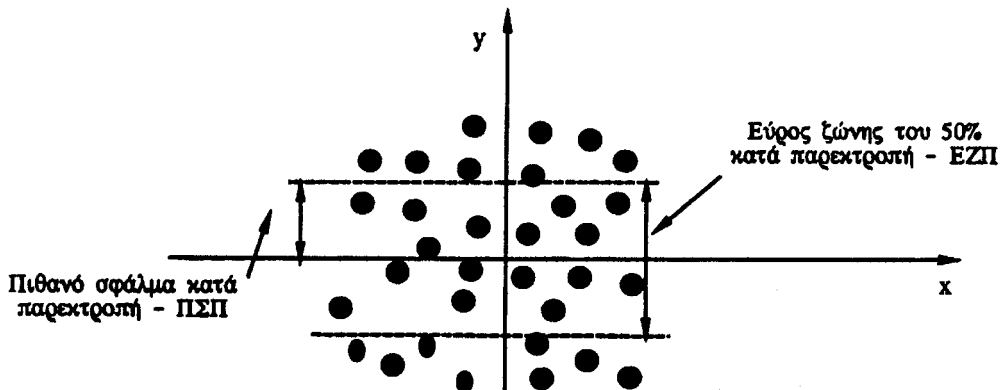
ζώνης του 50% κατ' απόσταση (EZA) είναι:

$$\text{ΠΣΑ} = 0,6745 \sigma_x \text{ και } \text{EZA} = 1,349 \sigma_x$$



Σχήμα 12.2-14: Πιθανό σφάλμα κατ' απόσταση και εύρος ζώνης 50% κατ' απόσταση

Κατ' αντιστοιχία προς την απόσταση, έτσι και δια την παρεκτροπή, υπάρχει το "πιθανό σφάλμα κατά παρεκτροπή", και το "εύρος ζώνης του 50% κατά παρεκτροπή" όπως στο σχήμα 12.2-15 φαίνεται:



Σχήμα 12.2-15: Πιθανό σφάλμα κατά παρεκτροπή και εύρος ζώνης 50% κατά παρεκτροπή

Κατά τον ίδιο τρόπο αποδεικνύεται ότι το πιθανό σφάλμα κατά παρεκτροπή (ΠΣΠ) και το εύρος ζώνης του 50% κατά παρεκτροπή (EZΠ) είναι:

$$\text{ΠΣΠ} = 0,6745 \sigma_y \quad \text{και} \quad \text{EZΠ} = 1,349 \sigma_y$$

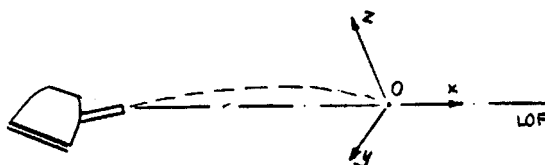
Παράδειγμα: Σε τι εύρος κατ' απόσταση αναμένεται να πέσει το 50% των πτώσεων μετά την βολή κανονισμού σε πυρά επιφανείας; Δίδεται $\sigma_x = 100$ m.

$$EZA = 1,369 \sigma_x = 137 \text{ m}$$

12.3. ΣΤΟΧΟΣ ΑΕΡΟΣ

α. Γενικά

Η περίπτωση στόχου αέρος είναι σχετικά απλούστερη σε σχέση με την προηγούμενη διότι η κατανομή των πτώσεων με ικανοποιητική ακρίβεια θεωρείται "κανονική κυκλική" (circular normal). Είναι δηλαδή το μέσο τετραγωνικό σφάλμα σ_y κατά την έννοια του οριζοντίου (κατά την έννοια της παρεκτροπής) ίσο με το μέσο τετραγωνικό σφάλμα σ_z κατά την έννοια της καθέτου σ' αυτή και στη LOF όπως φαίνεται στο σχήμα 12.3-1:



Σχήμα 12.3-1: Βολή Α/Α - στόχος 0, επίπεδο yz κάθετο στη LOF

Για βολή επομένως Α/Α χρησιμοποιείται μια σταθερή τιμή του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (σ) περιφερειακά του στόχου η οποία είναι συνάρτηση της αποστάσεως.

Για το πυροβόλο π.χ. ΟΤΟ-MELARA 76/62 (επί σταθερής βάσεως) $\sigma = 1,3$ mils για αποστάσεις 0-4 Km.

Κατόπιν των ανωτέρω και κατ' αντιστοιχία προς την εξίσωση 12.2-3 και υπό την προϋπόθεση ότι το "μέσο σημείο διελεύσεως" (ΜΣΔ) των βολών συμπίπτει με τον στόχο, προκύπτει για την κυκλική αυτή περίπτωση:

$$f(y, z) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{y^2 + z^2}{2\sigma^2}}$$

ή σε πολικές συντεταγμένες r, θ και λαμβανομένου υπ' όψη ότι:

$$\begin{aligned} y &= r \sin\theta & dy &= -r\eta\mu\theta d\theta + \sigma\eta\nu\theta dr \\ z &= r \eta\mu\theta & dz &= r\sigma\eta\nu\theta d\theta + \eta\mu\theta dr \\ 0 \leq \theta &\leq 2\pi & dy \cdot dz &= -r dr d\theta \end{aligned}$$

η πιθανότητα να διέλθει μία βολή σε απόσταση μέχρι R από τον στόχο ή το ποσοστό εκ n βολών που διέρχεται σε απόσταση R από τον στόχο, δίδεται από τη σχέση:

$$\begin{aligned} P(0 \leq r \leq R) &= \int_0^R \int_0^{2\pi} \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} r dr d\theta = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \int_0^R \int_0^{2\pi} d\theta e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} r dr = \\ &= \frac{1}{\sigma^2} \int_0^R e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} r dr \quad \text{απ' όπου προκύπτει:} \end{aligned}$$

$$P_R = 1 - e^{-\frac{R^2}{2\sigma^2}} \quad 12.3-1$$

Παράδειγμα 1ο: Εναντίον στόχου αέρος βάλλονται 13 βλήματα με τα ίδια στοιχεία βολής και συνθήκες ατμοσφαιρας. Εάν το μέσο σημείο διελεύσεως αυτών θεωρηθεί ότι ταυτίζεται με τον στόχο και $\sigma = 1,5 \text{ mrad}$, η δε απόσταση βολής είναι 5 Km να ευρεθεί πόσα εκ των 13 βλημάτων αναμένεται να διέλθουν σε απόσταση μέχρι 3 m από τον στόχο.

Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα $\sigma = 1,5 \text{ mrad}$ για την απόσταση βολής αντιστοιχεί σε γραμμικό μέγεθος $\sigma = 1,5 \times 5 = 7,5 \text{ m}$. Εκ της σχέσεως 12.3-1 και δια $R = 3 \text{ m}$ και $\sigma = 7,5 \text{ m}$ προκύπτει:

$$P_{3m} = 1 - e^{-3^2/2 \times 7.5^2} = 0,077 \quad \text{ή} \quad 7,7\%$$

Άρα στα 13 βλήματα αναμένεται να διέλθουν σε απόσταση μέχρι 3 m

$$(7,7 \times 13)/100 = 1 \text{ βλήμα}$$

Παράδειγμα 2ο: Να υπολογιστεί η ακτίνα R γύρω από ένα στόχο αέρος εντός της οποίας αναμένεται να διέλθει το 50% των βολών.

Από τη σχέση 12.3-1 και θέτοντος $P_R = 0,5$ προκύπτει

$$P_R = 1 - e^{-\frac{R^2}{2\sigma^2}} = 0,5$$

$$R_{0,5} = 1,1774 \sigma$$

Το μέγεθος αυτό $R_{0,5}$ καλείται και "κυκλικό πιθανό σφάλμα" (circular probable error - CEP) στη βολή A/A ή γενικά σε βολή στην οποία ισχύει η "κυκλική περίπτωση" κατανομής των βολών.

β. Πιθανότητα προσβολής P_h ενός στόχου A/A με μία βολή

Η πιθανότητα αυτή (direct hit) όπως προαναφέρθηκε και δια την περίπτωση βολής επιφανείας συμβολίζεται με P_h και δίδεται από τη σχέση 12.3-1 για μηδενικό σφάλμα σκοπεύσεως. Είναι δηλαδή:

$$P_h = 1 - e^{-R^2/2\sigma^2} \quad (12.3-2)$$

όπου R αντιπροσωπεύει την ακτίνα του στόχου θεωρούμενου κυκλικού. (Εάν πρόκειται για στόχο σχήματος ορθογωνίου τότε η σχέση 13.2-4 μπορεί να χρησιμοποιηθεί θέτοντας $\sigma_x = \sigma_y = \sigma$).

Παράδειγμα: Να υπολογιστεί η πιθανότητα προσβολής ενός επερχομένου K/B EXOCET ($R = 0,17 \text{ m}$) με μία βολή πυροβόλου ΟΤΟ-MELARA 76/62 εξ αποστάσεως 4 Km ($\sigma = 2 \text{ mrad}$ υπολογιζόμενης και της επιδράσεως του ΣΔΒ στο εν λόγω σφάλμα).

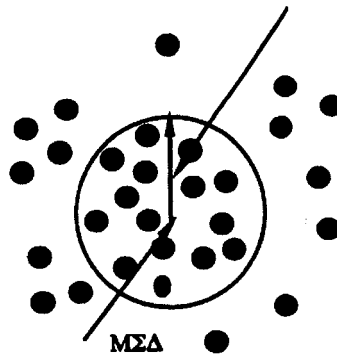
Από την προαναφερθείσα σχέση για $R = 0,17 \text{ m}$ και $\sigma = 2 \times 4 = 8 \text{ m}$ προκύπτει:

$$P_h = 1 - e^{-0,17^2/2 \times 8^2} = 0,0002 \text{ ή } 0,02\%$$

γ. Το πιθανό κυκλικό σφάλμα

Κατ' αντιστοιχία προς την περίπτωση στόχου επιφανείας έτσι και στην περίπτωση στόχου Α/Α υπάρχει ένα μέτρο της διασποράς των βολών το οποίο καλείται "πιθανό κυκλικό σφάλμα" (circular probable error) με το οποίο περιγράφεται η ακρίβεια της Α/Α βολής. Όπως και στο σχήμα 12.3-2 φαίνεται και αναφέρθηκε και σε προηγούμεν παράδειγμα, το πιθανό κυκλικό σφάλμα ΠΚΣ στην κυκλική περίπτωση ($\sigma_y = \sigma_z$) αντιπροσωπεύει την ακτίνα του κύκλου εντός του οποίου βρίσκεται το 50% των διελεύσεων των βολών.

CEP - ΠΚΣ



Σχήμα 12.3-2: Πιθανό κυκλικό σφάλμα

Συναρτήσει του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (σ) το πιθανό κυκλικό σφάλμα υπολογίζεται ότι ισούται με

$$\text{ΠΚΣ} = 1,1774 \sigma$$

12.4. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ ΕΝΟΣ ΣΤΟΧΟΥ

Η πιθανότητα καταστροφής ή εξουδετέρωσης γενικά ενός στόχου P_k , σε πολλά προβλήματα στην πυροβολική μπορεί να εκφραστεί ως το γινόμενο της πιθανότητας προσβολής του στόχου P_h και της πιθανότητας (conditional probability) ότι δεδομένης μιας προσβολής, αυτή θα επιφέρει την εξουδετέρωση του P_k/h . Είναι δηλαδή:

$$P_k = P(\text{kill}) = P(\text{Hit}) \cdot P(\text{kill if hit}) \text{ ή } P_k = P_h \cdot P_{k/h}$$

12.4-1

Η πιθανότητα $P_{k/h}$ εξαρτάται από την "τρωτότητα" του στόχου και από τις καταστρεπτικές δυνατότητες του βλήματος. Ένας κατά προσέγγιση υπολογισμός αυτής μπορεί να γίνει από την συνολική επιφάνεια A την οποία ο στόχος παρουσιάζει προς την κατεύθυνση της L.O.F. και το μέρος A_T της επιφάνειας αυτής το οποίο είναι τρωτό, σε σχέση με το χρησιμοποιούμενο βλήμα.

$$P_{k/h} = A_T/A$$

12.4-2

Όσον αφορά την πιθανότητα προσβολής του στόχου P_h , αυτή κατά βάση είναι συνάρτηση του προβλήματος της βλητικής και της κατανομής των σημείων πτώσεων/διελεύσεων από βολή σε βολή. Είναι προφανές ότι από τα μέχρι τούδε λεχθέντα στο κεφάλαιο αυτό ότι ένα μεγάλο πρόβλημα που πρέπει απαραίτητως να επιλυθεί για να προκύψει "αποτελεσματικό πυρ" και υψηλή τιμή της πιθανότητας αυτής είναι ο κανονισμός της βολής δια του οποίου επιδιώκεται ως γνωστό το ΜΣΠ/ΜΣΔ να συμπίπτει με το κέντρο του στόχου και το σκοπευτικό σφάλμα να μηδενιστεί.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί φαίνονται διάφοροι αντιπροσωπευτικοί υπολογισμοί της πιθανότητας P_k .

Παράδειγμα: Σε βολή A/A εναντίον επερχόμενου K/B βάλλονται 10 βλήματα εκρηκτικά με πυροσωλήνα VT. Να υπολογιστεί η πιθανότητα εξουδετερώσεως του K/Θ βλήματος όταν δίδονται:

- απόσταση βολής 1.000 m
- $\sigma = 2 \text{ mrad}$ για την εν λόγω απόσταση
- για ενεργοποίηση του πυροσωλήνα VT αυτός πρέπει να διέλθει μέχρις αποστάσεως 2m από τον στόχο
- ενεργοποιούμενος πυροσωλήνας προκαλεί έκρηξη και θραυσματοποίηση βλήματος, τα θραύσματα του οποίου μπορούν να προκαλέσουν ζωτική βλάβη μόνο στο τμήμα του K/B που αναφέρεται στο σύστημα ελέγχου πτήσεως αυτού το οποίο καταλαμβάνει περί το 44% της πλάγιας όψεως του επερχόμενου K/B
- η διάμετρος του K/B είναι 34 cm.

Στην περίπτωση του παραδείγματος αυτού είναι προφανές ότι η πιθανότητα P_h , αφορά προσβολή του K/B από θραύσμα βλήματος του οποίου ο πυροσωλήνας

ενεργοποιηθεί. Επομένως όλα τα βλήματα τα οποία διέρχονται σε απόσταση μέχρι 2 m από το Κ/Β είναι σε θέση να προσβάλλουν με τα θραύσματα των τον στόχο των.

Από την σχέση 12.3-2 και για βολή ενός βλήματος προκύπτει:

$$P_h = 1 - e^{-\frac{2,17^2}{2 \cdot 2^2}} = 0,4449$$

Η ως άνω πιθανότητα δίδει συγχρόνως το ποσοστό των βλημάτων τα οποία θα διέλθουν σε απόσταση μέχρι 2 m από τον στόχο (2,17 m από το κέντρο αυτού που θεωρείται ότι συμπίπτει και το σκοπευτικό σημείο). Επομένως εκ των 10 βολομένων βλημάτων τα 4 περίπου θα διέλθουν μέχρις αποστάσεως 2 m από το Κ/Β και επομένως ο πυροσωλήνας αυτών αναμένεται να ενεργοποιηθεί.

Η πιθανότητα ότι δοθείσης μιας ενεργοποίησης βλήματος (hit) θα εξουδετερωθεί τούτο, προσβαλλομένου από θραύσμα σε τρωτό του σημείο, δίδεται από τη σχέση 12.4-2 και των δεδομένων του προβλήματος σχετικά με την έκταση της εν λόγω τρωτής επιφάνειας, είναι δηλαδή:

$$P_{K/h} = 0,44$$

Για ένα βλήμα λοιπόν που θα βληθεί και θα διέλθει σε απόσταση μέχρι 2 m από το επερχόμενο Κ/Β.

$$P_k = P_h \cdot P_{K/h} = 0,4449 \times 0,44 = 0,1958$$

Θεωρούμενου στη συνέχεια ότι η βολή του κάθε βλήματος είναι συμβάν ανεξάρτητο σε σχέση με την βολή κάθε άλλου και έχοντας υπολογίσει ότι περί τα 4 βλήματα αναμένονται να διέλθουν μέχρι της αποστάσεως των 2 m από τον στόχο, η συνολική πιθανότητα εξουδετέρωσης του επερχόμενου Κ/Β βάσει της θεωρίας των πιθανοτήτων είναι:

$$P'_k = 4 \cdot P_k = 0,78 \text{ ή } 78\%$$

Η ως άνω επίλυση του προβλήματος έγινε προφανώς με διάφορες παραδοχές όπως π.χ. δεν ελήφθη υπόψη τυχόν απ' ευθείας προσβολή βλήματος με επερχόμε-

νο Κ/Β γεγονός το οποίο μπορεί να συμβεί στην πράξη λαμβάνοντας υπόψη συνήθων λωβών εκπομπής πυροσωλήνων VT ή ότι με δεδομένη την διέλευση βλήματος σε απόσταση μέχρι 2 m από επερχόμενο Κ/Β τούτο θα ενεργοποιηθεί γεγονός το οποίο σημαίνει αξιοπιστία 100% η οποία πρακτικά δεν ισχύει. Επίσης δεν ελήφθησαν υπόψη τυχόν πρόωρες εκρήξεις ή άλλα τεχνικά προβλήματα, μετεωρολογικά δεδομένα ή σκοπευτικό σφάλμα. Επίσης θεωρήθηκε ότι και οι 10 βολές εβλήθησαν με τα ίδια στοιχεία βολής και συνθήκες ατμοσφαίρας το οποίο και αυτό είναι θεωρητικό δεδομένου ότι τουλάχιστο η απόσταση του στόχου είναι εμφανώς αντιληπτό ότι είναι διαφορετική από βολή σε βολή.

Για μία καλύτερη προσέγγιση του προβλήματος, εάν ενδεικτικά χρησιμοποιηθεί ότι η αξιοπιστία των πυροσωλήνων από τεχνικής απόψεως είναι 80% ή 0,8 και ότι το σφάλμα σκοπεύσεως αντιστοιχεί σ' ένα μέσο τετραγωνικό σφάλμα $\sigma_{\text{ΜΣΔ}} = 1,5 \text{ mrad}$ τότε: Η πιθανότητα P_h υπολογιζόμενη με $\sigma = (2^2 + 1,5^2)^{1/2} = 2,5$ γίνεται $P_h = 0,3139$ και

$$P_k = P_h \cdot P_{k/h} \cdot P_{\text{FUSE}} = 0,3139 \times 0,44 \times 0,8 = 0,1105$$

Με τα νέα δεδομένα του προβλήματος τα οποία εκτιμώνται και ως πλέον ρεαλιστικά και από την νέα τιμή P_h που προέκυψε, έπεται ότι μόνο 3 βλήματα αναμένονται να ενεργοποιηθούν, επομένως:

$$P'_k = 3P_k = 0,3315 \text{ ή } 33\%$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 12-1: Ποιά η ουσιαστική διαφορά εκ της αναλύσεως των τυχαίων σφαλμάτων όπως αυτή παρουσιάζεται στην περίπτωση στόχου επιφανείας και στόχου αέρος.
- 12-2: Πως εξηγείτε το φαινόμενο κατά το οποίο η κατανομή στην A/A Βολή είναι κυκλική ενώ όταν πρόκειται για στόχο επιφανείας δεν είναι κυκλική.
- 12-3: Τι σημαίνει κυκλική περίπτωση και ποιά η έννοια του πιθανού κυκλικού σφάλματος.
- 12-4: Ποιες οι πηγές των σφαλμάτων σκοπεύσεως;
- 12-5: Από ποιούς παράγοντες εξαρτάται η τρωτότητα ενός στόχου;
- 12-6: Ποιά η έννοια της ζώνης εύρους κατ' απόσταση 50%;
- 12-7: Να περιγραφεί με ποιά διαδικασία στην πράξη είναι δυνατό να υπολογιστεί το μέσο τετραγωνικό σφάλμα σ_x , σ_y και σ .
- 12-8: Ποιά η διαφορά μεταξύ μέσου τετραγωνικού σφάλματος πυροβόλου (σ) και μέσου τετραγωνικού σφάλματος ομοβροντίας πυροβόλων ελεγχόμενων από ΣΔΒ;
- 12-9: Αναφέρατε περίπτωση κατά την οποία απαιτείται να προϋπολογιστεί ο αριθμός των βλημάτων που πρέπει να βληθούν εναντίον ενός στόχου.
- 12-10: Το ΜΣΠ της περιπτώσεως στόχου επιφανείας σε ποιά σημείο αντιστοιχεί στην περίπτωση στόχου A/A;

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- 12-1 Υπολογίσατε το πιθανό κυκλικό σφάλμα κατ' απόσταση (ΠΣΑ) και παρεκτροπή (ΠΣΠ) συναρτήσει του αντίστοιχου μέσου τετραγωνικού σφάλματος.

Απάντηση:

$$\text{ΠΣΑ} = 0,6745 \sigma_x \text{ και } \text{ΠΣΠ} = 0,6745 \sigma_y.$$

- 12-2 Υπολογίσατε το πιθανό κυκλικό σφάλμα (ΠΚΣ) συναρτήσει του μέσου τετραγωνικού σφάλματος.

Απάντηση:

$$\text{ΠΣΚ} = 1,1774 \sigma.$$

- 12-3 Προσδιορίσατε την θέση και τις διαστάσεις της επιφάνειας όπου πέφτουν τα μισά εκ των 60 βληθέντων βλημάτων εναντίον στόχου επιφανείας κατά διάρκεια εκπαιδευτικών πυρών (Βολή καταστροφής - Συνολικό μέσο τετραγωνικό σφάλμα κατ' απόσταση 90 m).

Απάντηση:

Ορθογώνιο 121 m x 24 m.

- 12-4 Εξ αποστάσεως 10.000 m βάλλονται 100 βλήματα εκρηκτικά κρουσίφλεγα με ΣΔΒ ΜΚ 37 και πυρ. 5"/38 εναντίον στόχου Α/Τ. Πόσα εξ αυτών αναμένονται να πληξουν τον στόχο τους; Δίδεται $\sigma_x = 130$ m, γωνία στόχου 270°, επικίνδυνος ζώνη στόχου 30 m, διαστάσεις στόχου 130 m x 10 m κατά προσέγγιση και ότι τα εν λόγω βλήματα βάλλονται μετά την βολή κανονισμού κατά την οποία το ΜΣΠ του στόχου εκτιμάται ότι έχει έλθει επί της πλευράς του που βρίσκεται από την αντίθετη διόπτρευση απ' αυτήν που βρίσκεται το βάλλον πλοίο.

Απάντηση:

17 βλήματα.

- 12-5 Αντιβληματικό σύστημα πυροβολικού βάλλει 100 βλήματα με τα ίδια στοιχεία βολής. Να ευρεθεί η ακτίνα του κύκλου από τον οποίο αναμένεται να διέλθουν στα 800 m το ήμισυ των βληθέντων βλημάτων. Δίδεται $\sigma = 3 \text{ mrad}$.

Απάντηση:

2,82 m.

- 12-6 Ποία η πιθανότητα ένα βαλλόμενο βλήμα 76/62 εκρηκτικό με πυροσωλήνα VT να εξουδετερώσει επερχόμενο K/B. Δίδεται μέλλουσα απόσταση 2 Km, μέγιστη απόσταση διελεύσεως βλήματος για ενεργοποίηση του πυροσωλήνα του 2,5 m, $\sigma = 3 \text{ mrad}$, πιθανότητα καλής λειτουργίας πυροσωλήνα $P_F = 0,8$ και η πιθανότητα ένα θραύσμα τουλάχιστο ενεργοποιηθέντος βλήματος να προσβάλλει το K/B σε ευπαθές (τρωτό) σημείο $P_{K/h} = 0,6$. Διάμετρος βλήματος $d = 34 \text{ cm}$.

Απάντηση:

$P_K = 0,045$ ή $P_K = 4.5\%$.

- 12-7: Ποία η πιθανότητα βαλλόμενο βλήμα 40 mm ρηκτικό να προσβάλλει (direct hit) επερχόμενο K/B και ποία η πιθανότητα το ως άνω βλήμα να εξουδετερώσει τον στόχο του; Δίδεται μέλλουσα απόσταση 1 Km $\sigma = 3.5 \text{ mrad}$, διάμετρος βλήματος 34 cm, $P_{K/h} = 0,9$.

Απάντηση:

$P_h = 0,001$ και $P_K = 0,001$.

- 12-8 Σε εκπαιδευτικά πυρά βάλλονται 20 βλήματα εναντίον πολύ μικρού στόχου αέρος εξ αποστάσεως 3 Km. Πόσα εξ αυτών αναμένεται να διέλθουν μέχρι 3 m από τον στόχο; Πόσα μεταξύ 3 έως 6 m απ' αυτόν; Δίδεται $\sigma = 3 \text{ mrad}$.

Απάντηση:

0-3 m 1 βλήμα, 3-6 m 1 βλήμα.

- 12-9 Κατά τη διάρκεια ναυτικού βομβαρδισμού και μετά την βολή κανονισμού πόσα βλήματα πρέπει να βληθούν για την καταστροφή μιας γέφυρας 120m x 6m. Δίδεται ότι η βολή γίνεται με την LOF κατά μήκος της γέφυρας $\sigma_x = 100$ m και ότι για την καταστροφή της γέφυρας αυτή πρέπει να προσβληθεί με 50 βλήματα.

Απάντηση:

128 βλήματα.

- 12-10 Με μηδενικό σφάλμα σκοπεύσεως σε βολή επιφανείας εναντίον ρυμουλκούμενου σκοποσήμου μέχρι ποίας αποστάσεως πρώραθεν ή πρύμνηθεν και δεξιά ή αριστερά του σκοποσήμου αναμένονται πτώσεις βολών;

Απάντηση:

$y = 4 \sigma_y$ και $x = 4 \sigma_x$ αντίστοιχα.

- 12-11 Εάν το πιθανό κυκλικό σφάλμα ενός πυροβόλου είναι 75 m για μία δεδομένη απόσταση βολής ποιά θα είναι η ακτίνα του κύκλου που θα περιλαμβάνει το σύνολο των πτώσεων.

Απάντηση:

$R = 42,55$ yds.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Α"

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΑΕΡΑ

1. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΣΥΝΙΣΤΩΣΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ

Όπως αναφέρθηκε και στο 1ο Κεφάλαιο, η αντίσταση του αέρα D (οπισθέλκουσα) είναι συνισταμένη τριών επί μέρους δυνάμεων η κάθε μία των οποίων υπολογίζεται ως ακολούθως:

α. Η αντίσταση κορυφής D_n

Η δύναμη αυτή ισούται με:

$$D_n = q \cdot A \cdot C_n$$

όπου q η δυναμική πίεση, A η διατομή του βλήματος και C_n ο συντελεστής αντίστασης κορυφής.

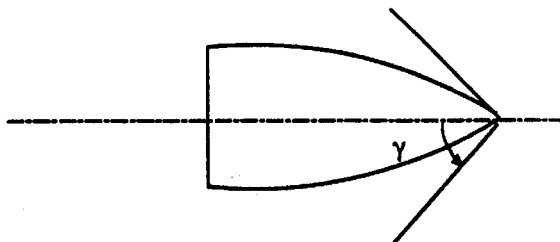
Για ένα βλήμα με σχετικά μικρό λόγο l/d όπου l το μήκος της κορυφής του βλήματος και d η διάμετρος του, ο συντελεστής C_n δίδεται κατά προσέγγιση από τις ακόλουθες σχέσεις ανάλογα με την μορφή της κορυφής του.

(1). Για καμπυλόγραμμη κανικά διαμορφωμένη κορυφή (conical ogive nose)

$$C_n = \left(0,083 + \frac{0,096}{M^2} \right) \left(\frac{\gamma}{10} \right)^{1,69}$$

όπου: M = η ταχύτητα του βλήματος σε "mach"

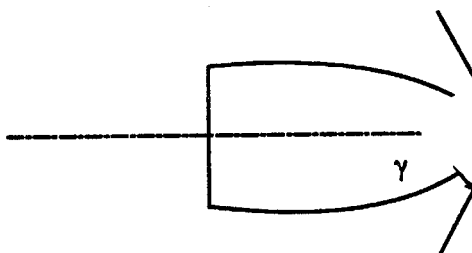
γ = τοξ εφ $(d/2l)$ (ήμισυ γωνίας κορυφής σε μοίρες)



Σχήμα Α-1

(2) Για καμπυλόγραμμη κυκλικά διαμορφωμένη κορυφή (circular ogive nose)

$$C_n = \left(0,083 + \frac{0,096}{M^2} \right) \left(\frac{\gamma}{10} \right)^{1,69} \left\{ 1 - \frac{2 \left[196 \left(\frac{l}{d} \right)^2 - 16 \right]}{28(M+18) \left(\frac{l}{d} \right)^2} \right\}$$



Σχήμα Α-2

Είναι προφανές ότι υπάρχουν βέλτιστα σχήματα κορυφής στα οποία η αντιστοιχούσα αντίσταση κορυφής D_n είναι ελάχιστη. Τα βέλτιστα αυτά σχήματα εξαρτώνται από τους τυχόν περιορισμούς που τίθενται στην κατασκευή των βλημάτων.

Για βλήματα π.χ. με κορυφή καθορισμένου μήκους l και διατομής A , η βέλτιστη κορυφή είναι αυτή η οποία έχει καθοριστεί από τον VON KARMAN. Για τη συγκεκριμένη αυτή κορυφή βλήματος (μοντέλο VON KARMAN) ο συντελεστής αντιστάσεως κορυφής δίδεται από τη σχέση:

$$C_n = (d/l)^2$$

Στην περίπτωση που η κορυφή ενός βλήματος έχει προκαθορισμένο όγκο V και μήκος l , η βέλτιστη κορυφή στην περίπτωση αυτή είναι η καθορισθείσα από τους SEARS και HAACK. Ο συντελεστής αντιστάσεως κορυφής στην περίπτωση αυτή (μοντέλο SEARS-HAACK) δίδεται από τη σχέση:

$$C_n = \frac{24V}{l^3}$$

Κατά την πτήση ενός βλήματος στην ατμόσφαιρα οι επικρατούσες συνθήκες στο στρώμα του αέρα που έρχεται σε επαφή με τις εξωτερικές επιφάνειες του βλήματος εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες στους οποίου περιλαμβάνονται η τραχύτητα της εξωτερικής επιφανείας του βλήματος, η καμπυλότητα της επιφανείας αυτής, η θερμοκρασία και ειδικά η τιμή του αριθμού Reynold. Ως αριθμός Reynold ορίζεται ο αριθμός Re του οποίου η τιμή δίδεται από τη σχέση:

$$Re = \frac{\rho VL}{\mu}$$

όπου: ρ = η πυκνότητα της ατμόσφαιρας

V = η ταχύτητα του βλήματος

L = το μήκος του βλήματος

μ = το ιξώδες του αέρα

Τυπικές τιμές του μ παρέχονται κατωτέρω συναρτήσει της θερμοκρασίας

Θερμοκρασία °C	Ιξώδες N sec/m ²
-20	$1,56 \times 10^{-5}$
20	$1,80 \times 10^{-5}$
60	$2,03 \times 10^{-5}$
100	$2,28 \times 10^{-5}$

Παράδειγμα υπολογισμού Re

Υποτεθεί ότι είναι επιθυμητό να υπολογιστεί ο αριθμός Reynold για ένα βλήμα το οποίο έχει μήκος 0,3 m, ταχύτητα 1.000 m/sec και ιπτάται στο ύψος

της θάλασσας, όταν η θερμοκρασία είναι $T = 20^{\circ}\text{C}$. Στο εν λόγω ύψος η πυκνότητα της ατμοσφαιρας είναι περίπου $1,2 \text{ Kg/m}^3$.

Τότε

$$\text{Re} = \frac{1,2 \text{ Kg/m}^3 \cdot 1000 \text{ m/sec} \cdot 0,3 \text{ m}}{1,8 \times 10^{-5} \text{ N sec/m}^2} = 20 \times 10^6$$

Τα βλήματα συνήθως έχουν τρεις επιφάνειες. Για αριθμούς Reynold's μεγαλύτερους από $1 \cdot 10^6$ ή $2 \cdot 10^6$ η ροή του αέρα γύρω από τα βλήματα είναι ταραχώδης.

β. Η αντίσταση βάσεως D_B

Η πίεση στη βάση ενός βλήματος καθώς αυτό κινείται στην ατμόσφαιρα είναι μικρότερη από τη πίεση στις υπόλοιπες περιοχές του βλήματος. Η πίεση αυτή στη βάση του βλήματος είναι συνάρτηση της ταχύτητάς του και του αριθμού Re. Καθώς δε η ταχύτητα αυξάνει, ο συντελεστής αντιστάσεως βάσεως ελαττώνεται:

Η αντίσταση βάσεως D_B δίδεται από τη σχέση :

$$D_B = q \cdot A \cdot C_B$$

όπου: q = η δυναμική πίεση

A = η διατομή του βλήματος

C_B = ο συντελεστής αντιστάσεως βάσεως

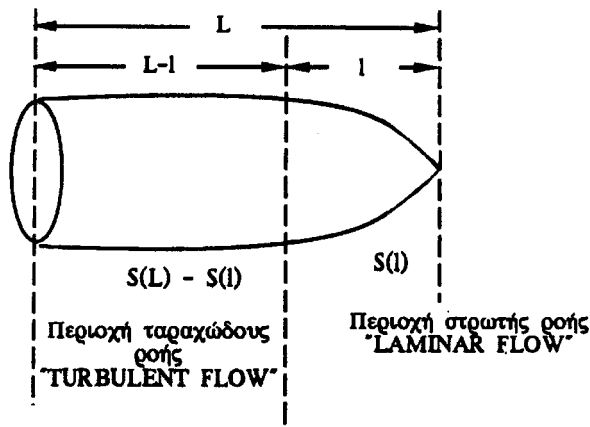
Ο συντελεστής C_B προσδιορίζεται ακριβώς για κάθε συγκεκριμένο βλήμα. Για ένα βλήμα 40 mm π.χ. που κινείται στο ύψος της επιφανείας της θάλασσας είναι κατά προσέγγιση

$$C_B = (0,6837 - 0,3165 M + 0,0525 M^2) (2/\pi)$$

Κατόπιν των προαναφερθέντων η συνολική αντίσταση του αέρα λόγω της αντιστάσεως της κορυφής και της βάσεως δίδεται από το άθροισμα $D_h + D_B$.

γ. Η αντίσταση τριβής D_s

Για τον υπολογισμό της αντιστάσεως αυτής χρησιμοποιείται το μοντέλο του σχήματος A-4.



Σχήμα A-4: Μοντέλο Βλήματος για υπολογισμό D_s

Για το ανωτέρω επιλεγέν μοντέλο η αντίσταση τριβής δίδεται από τη σχέση

$$D_s = qC_{FL}S(l) + qC_{FT}[S(L)-S(l)]$$

όπου: q = η δυναμική πίεση

$S(l)$ = η επιφάνεια της κορυφής του βλήματος

$S(L)$ = η συνολική εξωτερική επιφάνεια του βλήματος πλην της βάσεώς του

C_{FL} = συντελεστής τριβής στην περιοχή όπου η ροή είναι στρωτή "LAMINAR FLOW" (FL = friction laminar).

C_{FT} = συντελεστής τριβής στην περιοχή όπου η ροή είναι ταραχώδης "TURBULENT FLOW" (FT: friction turbulent).

Οι συντελεστές C_{FT} και C_{FL} υπολογίζονται από τις σχέσεις:

$$\sqrt{C_{FT}} \log_{10} (C_{FT} Re_{L-1}) = 0,242$$

και

$$C_{FL} = 1,328 / \sqrt{Re_l}$$

όπου: Re_{L-l} = ο αριθμός Reynolds ο οποίος αντιστοιχεί στην περιοχή της ταραχώδους ροής του βλήματος της οποίας το μήκος είναι $L-l$.

Re_l = ο αριθμός Reynolds ο οποίος αντιστοιχεί στην περιοχή της στρωτής ροής του βλήματος της οποίας το μήκος είναι l .

Οι ανωτέρω αριθμοί Reynolds μπορούν να υπολογιστούν από τη σχέση που προαναφέρθηκε στην παράγραφο 1α δια χρησιμοποίησής της σχέσεως υπό την γενική μορφή:

$$Re_x = \frac{\rho V x}{\mu}$$

όπου x = το μήκος της αντίστοιχης περιοχής του βλήματος.

Τότε

$$Re_{L-l} = \frac{\rho V (L-l)}{\mu}$$

και

$$Re_l = \frac{\rho V l}{\mu}$$

Σημειώνεται επίσης το γεγονός ότι με το απλοποιημένο αυτό μοντέλο που επελέγει για τον υπολογισμό της αντιστάσεως τριβής D_s , το αποτέλεσμα το οποίο προκύπτει μπορεί να διαφέρει και μέχρι $\pm 30\%$ της πραγματικής τιμής.

Αν κατ' αντιστοιχία προς τις προαναφερθείσες συνιστώσες της αντιστάσεως του αέρα, εκφράσουμε την αντίσταση D_s ίση με:

$$D_s = q \cdot S(L) C_s$$

τότε προσδιορίζεται ένας συνολικός συντελεστής αντιστάσεως λόγω τριβής ο οποίος παρίσταται στην ανωτέρω εξίσωση ως C_s .

2. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Να υπολογιστεί η αντίσταση του αέρα D ο συντελεστής αντιστάσεως C_D καθώς και οι συνιστώσες της αντιστάσεως του αέρα D_n , D_B , D_s για ένα βλήμα 40 mm με καμπυλόγραμμη κωνικά διαμορφωμένη κορυφή που κινείται σε χαμηλό

ύψος πάνω από την επιφάνεια της θαλάσσης. Δίδονται:

γ = ήμισυ γωνίας κορυφής βλήματος 15°

L = μήκος βλήματος 6 διαμετρήματ

M = ταχύτητα βλήματος 1,8

Re_l = $1,2 \times 10^6$

ρ_o = πυκνότητα ατμοσφαίρας στην περιοχή που ιπταται το βλήμα 1,2
Kg/m³

α = ταχύτητα ήχου 340 m/sec

μ = το ιξώδες του αέρα είναι $1,8 \times 10^{-5}$ N/m²

α. Υπολογισμός του μήκους της κορυφής l

Το μήκος της κορυφής l του βλήματος δίδεται από τη σχέση:

$$\epsilon\phi \gamma = d/2l$$

από την οποία

$$\epsilon\phi 15^\circ = 0,04/2l \Rightarrow l = 0,0746 \text{ m}$$

β. Υπολογισμός της αντιστάσεως κορυφής D_n

$$D_n = q \cdot A \cdot C_n$$

$$q = \frac{1}{2} \rho_o V^2 = \frac{1}{2} 1,2 (1,8 \times 340)^2 = 224726,4 \text{ Kg/m sec}^2$$

$$A = \pi d^2/4 = \frac{\pi 0,04^2}{4} = 12,566 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$C_n = \left(0,083 + \frac{0,096}{M^2} \right) \left(\frac{\gamma}{10} \right)^{1,69} = \left(0,083 + \frac{0,096}{1,8^2} \right) \left(\frac{15}{10} \right)^{1,69} = 0,223$$

$$D_n = 224726,4 \times 12,566 \times 10^{-4} \times 0,223 = 63,10 \text{ Nt}$$

γ. Υπολογισμός της αντιστάσεως βάσεως D_B

$$D_B = q \cdot A \cdot C_B$$

$$q = 224.726,4 \text{ Kg/m} \cdot \text{sec}^2$$

$$\begin{aligned} C_B &= (0,6837 - 0,3165M + 0,0525 M^2) \cdot 2/\pi = \\ &= (0,6837 - 0,3165 \times 1,8 + 0,0525 \times 1,8^2) \cdot 2/\pi = 0,18 \end{aligned}$$

$$D_B = 224.726,4 \times 12,566 \times 10^{-4} \times 0,18 = 51,074 \text{ Nt}$$

δ. Υπολογισμός της αντιστάσεως τριβής D_s

$$D_s = q \cdot C_{FL} S(l) + q C_{FT} [S(L) - S(l)]$$

$$q = 224.726,4 \text{ Kg/m sec}^2$$

$$S(l) = \pi \frac{d}{2} l = \pi \cdot 0,020 \cdot 0,0746 = 46,87 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} S(L) - S(l) &= 2 \pi \frac{d}{2} (L-l) = \pi \cdot 0,040 [(6 \times 0,040) - 0,0746] = \\ &= 20,78 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\sqrt{C_{FT}} \log_{10} (C_{FT} \cdot \text{Re}_{L-l}) = 0,242$$

$$\text{Re}_{L-l} = \frac{rV(L-l)}{\mu} = \frac{1,2 \times 1,8 \times 340 \times (6 \times 0,040 - 0,0746)}{1,8 \times 10^{-5}} = 6748320$$

$$\sqrt{C_{FT}} (\log \text{Re}_{L-l} + \log C_{FT}) = 0,242$$

$$\sqrt{C_{FT}} (6,826 + \log C_{FT}) = 0,242$$

$$C_{FT} = 3,144 \times 10^{-3}$$

$$C_{FL} = 1,328 / \sqrt{\text{Re}_l} \Rightarrow C_{FL} = 1,328 / \sqrt{1,2 \times 10^6} = 1,212 \times 10^{-3}$$

$$D_s = q \cdot C_{FL} S(l) + q C_{FT} [S(L) - S(l)]$$

$$D_s = 224.726,4 [(1,212 \times 10^{-3} \times 46,87 \times 10^{-4}) + (3,144 \times 10^{-3} \times 20,78 \times 10^{-3})]$$

$$D_s = 15,96 \text{ Nt}$$

Ο συντελεστής αντιστάσεως τριβής C_s υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D_s = q S(L) C_s$$

$$C_s = \frac{D_s}{q s(L)} = \frac{15,96}{224.726,4 \times \pi \times 0,040 \times 6 \times 0,040} = 2,35 \times 10^{-3}$$

ε. Υπολογισμός της συνολικής αντιστάσεως του αέρα D

Η συνολική δύναμη του αέρα D υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D = D_n + D_B + D_s$$

είναι δηλαδή:

$$D = 63,10 + 51,07 + 15,96 = 130,13 \text{ Nt.}$$

ζ. Υπολογισμός του συντελεστού C_D

Ο συντελεστής αντιστάσεως του αέρα C_D στην προκειμένη περίπτωση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$D = q \cdot A \cdot C_D \Rightarrow C_D = \frac{D}{q \cdot A}$$

$$C_D = \frac{130,13}{224.726,4 \times 12.566 \times 10^{-4}} = 0,46$$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ Η/Υ

Οι ανωτέρω υπολογισμοί δυνατόν να πραγματοποιηθούν ευχερέστερα με την χρήση ηλεκτρονικού υπολογισμού κατάλληλα προγραμματισμένου.

Τα αποτελέσματα "PRINT OUT" ενός τέτοιου προγράμματος υπολογισμών παρέχονται στη συνέχεια για το παράδειγμα που προαναφέρθηκε επαναλαμβανο-

μένων των υπολογισμών για ύψος 10.000 m και 20.000 m προκειμένου να γίνει αντιληπτό το μέγεθος της μεταβολής της αντιστάσεως του αέρα συναρτήσει του ύψους πτήσεως του βλήματος.

Η μικρή απόκλιση η οποία παρατηρείται στην υπολογισθείσα τιμή της αντιστάσεως λόγω τριβής D_f και του αντίστοιχου συντελεστού της C_f , μεταξύ προηγηθείσης αναλυτικής λύσεως και αποτελέσματος H/Y , οφείλεται στο γεγονός ότι στον προγραμματισμό του H/Y ελήφθη υπ' όψη μοντέλο βλήματος κατά τι διαφορετικό (τελειώτερο) από το χρησιμοποιηθέν στην αναλυτική λύση του παραδείγματος. Συγκεκριμένα στο εν λόγω μοντέλο μεταξύ περιοχής στρωτής και ταραχώδους ροής, ελήφθη υπ' όψη και μία ζώνη μεταβατική από το ένα είδος ροής στο άλλο.

α. Για ύψος 0

THIS PROGRAM CALCULATES PROJECTILE DRAG

.....

NOSE DRAG IS 63,1118

NOSE DRAG COEFFICIENT IS 0,2234

BASE DRAG IS 51,0758

BASE DRAG COEFFICIENT IS 0,1808

SKIN FRICTION DRAG IS 16,6651

SKIN FRICTION COEFFICIENT IS 0,0590

TOTAL PROJECTILE DRAG IS 130,8525

TOTAL PROJECTILE COEFFICIENT IS 0,4633

β. Για ύψος 10.000 m

NOSE DRAG IS 16,9891

NOSE DRAG COEFFICIENT IS 0,2234

BASE DRAG IS 13,7491

BASE DRAG COEFFICIENT IS 0,1808

SKIN FRICTION DRAG IS 4,3354

SKIN FRICTION COEFFICIENT IS 0,0570

TOTAL PROJECTILE DRAG IS 35,0737

TOTAL PROJECTILE COEFFICIENT IS 0,4613

γ. Για ύψος 20.000 m

NOSE DRAG IS 4,5733

NOSE DRAG COEFFICIENT IS 0,2234

BASE DRAG IS 3,7011

BASE DRAG COEFFICIENT IS 0,1808

SKIN FRICTION DRAG IS 0,5060

SKIN FRICTION COEFFICIENT IS 0,0247

TOTAL PROJECTILE DRAG IS 8,7805

TOTAL PROJECTILE COEFFICIENT IS 0,4290

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Β"

ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗΣ

1. Απόκτηση (Aquisition).
Η διαδικασία αποδοχής μιας υποδείξεως στόχου και ενάρξεως παρακολουθήσεώς του.
2. Αυθαίρετη Διόρθωση ΔΒ
(Arbitrary Ballistic Ψorrection)
Μία εμπειρική διόρθωση κατ' απόσταση ή παρεκτροπή για να αντισταθμίσει όλα τα σφάλματα τα οποία οφείλονται σε αστάθμητους παράγοντες και επηρεάζουν την ακρίβεια της βολής. Η εμπειρική αυτή διόρθωση προκύπτει από ανάλυση παλαιότερων βολών.
3. Γραμμή πυρός (LOF)
(Line of Fire)
Η κατεύθυνση στον χώρο προς την οποία βάλλει ένα πυροβόλο.
4. Γωνία κλισιοσκοπίων
(Sight Angle)
Η μεταξύ LOS και άξονα σωλήνα πυροβόλου γωνία μετρούμενη κατά την έννοια της κατακορύφου.
5. Γωνία Στόχου
(Target Angle)
Η σχετική διόπτευση του πλοίου μας από το στόχο, μετρούμενα από 0° έως 360°.
6. Διάγραμμα πτώσεων
(Salvo pattern)
Η περιοχή που ορίζεται από το περίγραμμα των εξωτερικών πτώσεων μιας ομοβροντίας.
7. Διασπορά
(Dispension)
Είναι η απόσταση δύο ακραίων σημείων του διαγράμματος πτώσεων που βρίσκονται επί της αυτής κατευθύνσεως. Τοιουτοτρόπως η διασπορά κατ' απόσταση είναι απόσταση κατά την έννοια της LOF της πλέον απομακρυσμένη και της πλέον εγγύτερα ευρισκόμε-

- νης πτώσεως των βλημάτων μιας ομοβροντίας.
8. Δραστικό βεληνεκές A/A.
(Maximum Effective Range for A/A gun).
Η απόσταση εκείνη η οποία αντιστοιχεί σε χρόνο πτήσεως βλήματος 10 sec.
9. Έλεγχος Ενδεικτών Πυροβόλου
(Trammimg)
Η διαδικασία κατά την οποία επαληθεύεται η ακρίβεια των ενδεικτών στροφής και υψώσεως πυροβόλου.
10. Έλεγχος Μεταδόσεων
(Transmission check)
Η διαδικασία εκείνη κατά τον έλεγχο παραλληλισμού ενός ΣΔΒ κατά την οποία επαληθεύεται η ορθή μετάδοση στοιχείων από τ' αντίστοιχα συστήματα.
11. Επίπεδο Αναφοράς
(Reference Plane)
Ένα αυθαίρετο επίπεδο στο πλοίο το οποίο χρησιμοποιείται ως επίπεδο αναφοράς για μέτρηση της υψώσεως.
12. Επίπεδο Καταστρώματος
(Deck plane)
Το επίπεδο ως προς το οποίο στρέφει και υψούται ένα εγκατεστημένο πυροβόλο ή άλλο στοιχείο του ΣΔΒ.
13. Επιτυχία
(Hit)
Είναι κάθε επιτυχής από επιχειρησιακής απόψεως βολή βλήματος ή ομοβροντίας.
14. Μέσο σημείο διελεύσεως
(ΜΣΔ)
Το γεωμετρικό κέντρο των διελεύσεων των βλημάτων μιας ομοβροντίας από ένα στόχο A/A υπολογιζομένου επί επιφανείας καθέτου στη LOF και διερχομένης δια της θέσεως του στόχου.
15. Μέσο σημείο πτώσεως
(ΜΣΠ)
Το γεωμετρικό κέντρο των πτώσεων των βλημάτων μιας ομοβροντίας.

16. Παρακολούθηση
(Tracking)

Η διαδικασία κατά την οποία αποκαθίσταται η τροχιά που ακολουθεί ο στόχος όπως αυτή φαίνεται από το πλοίο μας.
17. Παρεκτροπή
(Sight Deflection)

Η μεταξύ της LOS και άξονα σωλήνα πυροβόλου γωνία μετρούμενη κατά την έννοια του οριζοντίου.
18. Πρόβλημα ΔΒ
(Fire control problem)

Το μαθηματικό πρόβλημα υπολογισμού της κατευθύνσεως προς την οποία πρέπει να βάλουν τα πυροβόλα σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση καθώς και κάθε άλλος απαιτούμενος επί του θέματος βολής των πυροβόλων υπολογισμός.
19. Σημείο Αναφοράς
(Reference point)

Ένα επί του πλοίου επισημασμένο σημείο (συνήθως με bench mark) για έλεγχο παραλλήλισμού κατά στροφή ή και καθ' ύψωση.
20. Σκοπευτική γραμμή LOS
(Line of Sight)

Η ευθεία γραμμή που ενώνει το σημείο παρατηρήσεως με τον στόχο, (ή γενικότερα η ευθεία γραμμή η οποία ενώνει την αρχή των συντεταγμένων στις οποίες επιλύεται το πρόβλημα ΔΒ, με τον στόχο).
21. Σκοπευτικό σημείο
(Point of aim)

Το σημείο επί του στόχου στο οποίο αποκαθίσταται η σκοπευτική γραμμή.
22. Σταθμιστήρας
(Stable Element)

Η μονάδα η οποία χρησιμεύει για την μέτρηση της γωνίας προνευστασμού και διατοχισμού της LOS.
23. Στοιχείο
(Element)

Γενική έκφραση για κάθε μονάδα, υπομονάδα ή υποσύστημα ενός ΣΔΒ.

- | | |
|---|--|
| 24. Σύστημα
(System) | Ένα σύνολο συνεργαζόμενων υλικών μέσων προς επίτευξη επιθυμητού σκοπού. |
| 25. Σύστημα Διευθύνσεως Βολής
ΣΔΒ (Fire control System) | Οπλικό σύστημα το οποίο έχει τη δυνατότητα να υπολογίζει την κατεύθυνση βολής των όπλων. |
| 26. Σύστημα διευθύνσεως βολής
Πυροβολικού (Gunnery Fice control
system) | Σύστημα Διευθύνσεως βολής με πυροβόλα όπλα. |
| 27. Σφάλμα ΜΣΔ. | Είναι η απόσταση του ΜΣΔ από τον στόχο. |
| 28. Σφάλμα ΜΣΠ | Είναι η απόσταση του ΜΣΠ από το στόχο. |
| 29. Φαινόμενος άνεμος
(Apparent wind) | Ο άνεμος που μετριέται από παρατηρητή κινούμενο ως προς την επιφάνεια της γης. |
| 30. Χιλιοστό
(mil) | Γωνία της οποίας η εφαπτομένη είναι 0,001 (περίπου $0,06^\circ$ ή $3,44'$). |

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 'Γ'

ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗΣ

1. ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗΣ

- A** Γωνιακή απόκλιση καθ' ύψος (angular movement in elevation). Η διαφορά υψώσεως μεταξύ σκοπευτικής γραμμής και μέλλουσας θέσεως στόχου.
- B** Σχετική διόπτρευση στόχου (bearing). Είναι η μετρούμενη επί του οριζοντίου επιπέδου από το κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται από το διαμήκες του πλοίου μας (center line) μέχρι το κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται από την σκοπευτική γραμμή κατά την φορά των δεικτών του ωρολογίου.
- C** Πορεία (course). Πορεία πλοίου μετρούμενη στο οριζόντιο επίπεδο από τον Βορρά.
- D** Ταχύτητα μεταβολής (rate of). Το αντίστοιχο σύμβολο των μαθηματικών d/dt .
- E** Ύψωση (elevation). Η ύψωση ενός στόχου πάνω από το οριζόντιο επίπεδο μετρούμενη προς τα άνω από το οριζόντιο επίπεδο στο κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται από την σκοπευτική γραμμή.
- E1** Προνευστασμός σκοπευτικής γραμμής (level). Η γωνία μεταξύ του οριζοντίου επιπέδου και του επιπέδου καταστρώματος μετρούμενη επί του κατακόρυφου επιπέδου που διέρχεται από τη σκοπευτική γραμμή, από το οριζόντιο επίπεδο προς τα κάτω.

F

G

H

I Γωνία κλίσεως (angle of inclination). Σύμβολο χρήσιμο μόνο σ' έκφραση τιμών γωνιών. DI συμβολίζει την ταχύτητα περιστροφής του πλοίου μας με σύστημα αναφοράς ως προς τη γη.

J

K

L Παρεκτροπή κλισιοσκοπίων (sight deflection). Η γωνιακή απόκλιση της γραμμής πυρός από την σκοπευτική γραμμή μετρούμενη στο οριζόντιο επίπεδο.

M Γραμμική κίνηση (linear movement). Η συνολική γραμμική μετατόπιση κατά τη διάρκεια του χρόνου πτήσεως μεταξύ πλοίου και στόχου, λόγω σχετικής κινήσεως.

N

O

P Βασικό μήκος παραλλάξεως πυροβόλου (gun parallax base length). Η συνολική γραμμική μετατόπιση μεταξύ του σημείου αναφοράς και του πυροβόλου μετρούμενη κατά μήκος της βασικής γραμμής παραλάξεως του πυροβόλου.

P_s Βασικό μήκος παραλάξεως κατευθυντήρα (director parallax base length). Η συνολική γραμμική μετατόπιση μεταξύ του σημείου αναφοράς και

του K/Θ μετρούμενη κατά μήκος της βασικής γραμμής παραλάξεως του K/Θ .

Q

R Απόσταση (range). Η απόσταση μεταξύ του πλοίου μας και του στόχου μετρούμενη κατά μήκος της σκοπευτικής γραμμής.

S Πλευρική γωνιακή μετατόπιση (lateral angular moment). Αφορά την γωνιακή απόκλιση της μέλλουσας θέσεως του στόχου από την σκοπευτική γραμμή μετρούμενη στο οριζόντιο επίπεδο.

T Χρόνος (time). Ο μεσολαβών χρόνος.

U Ταχύτητα (velocity)

V Ύψωση κλισιοσκοπίων (sight angle). Η διαφορά καθ' ύψωση μεταξύ σκοπευτικής γραμμής και γραμμής πυρός μετρούμενη σ' ένα κατακόρυφο επίπεδο.

W Άνεμος (wind). Η συνολική ταχύτητα του αληθούς ανέμου μετρούμενη ως προς την επιφάνεια της γης.

X

Y

Z Γωνία διατοιχισμού σκοπευτικής γραμμής (cross level). Είναι η γωνία μεταξύ του οριζοντίου επιπέδου και του επιπέδου καταστρώματος μετρούμενη στο επίπεδο που είναι κάθετο στο κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται δια της σκοπευτικής γραμμής.

2. ΣΥΜΒΟΛΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΟΥΝΤΑ ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ

- a Φαινομένη (apparent). Ποσότητες που εκφράζουν τιμές και γωνίες φαινόμενου ανέμου.
- b Διόπτευση (bearing). Ποσότητες προς την κατεύθυνση που επηρεάζουν την διόπτευση.
- c
- d Κατάστρωμα (deck). Ποσότητες μετρούμενες στο ή από ή σε σχέση με άξονες που βρίσκονται στο κατάστρωμα.
- e Ύψωση (elevation). Ποσότητες προς τέτοια κατεύθυνση που επηρεάζουν την ύψωση.
- f
- g Πυροβόλο (gun). Ποσότητες μετρούμενες από, προς ή περί την γραμμή πυρός του πυροβόλου.
- h Οριζόντια (Horizontal). Για μεγέθη μετρούμενα επί του οριζοντίου επιπέδου.
- i
- z
- k Γη (earth). Ποσότητες που αναφέρονται στη γη.
- l

III

- n** Φωτιστικά. Ποσότητες που αναφέρονται σε φωτιστικά βλήματα.
- o** Πλοίο μας (own ship). Ποσότητες μετρούμενες από, προς ή σε σχέση με την "center line" του πλοίου μας και ποσότητες που εκφράζουν τιμές του πλοίου μας.
- p** Πρόβλεψη (prediction).
- q** Κατεύθυνση πλεύσεως (beading). Η κατεύθυνση πλεύσεως του πλοίου μας ή του στόχου σύμφωνα με την ένδειξη της πυξίδας.
- r** Απόσταση (range). Ποσότητες προς την κατεύθυνση εκείνη που επηρεάζουν την απόσταση.
- s** Σκοπευτική γραμμή (line of sight). Ποσότητες μετρούμενες από ή προς ή σε σχέση με την σκοπευτική γραμμή ή το Κ/Θ.
- t** Στόχος (target). Ποσότητες μετρούμενες από προς ή σε σχέση με την "center line" του πλοίου στόχος και ποσότητες που εκφράζουν στοιχεία στόχου.
- u**
- v** Κατακόρυφα (vertical). Μεγέθη μετρούμενα στην κατακόρυφη κατεύθυνση.
- w** Άνεμος (wind). Ποσότητες σχετιζόμενες με τον άνεμο.
- x** Ανατολή-Δύση (East-West). Για μεγέθη μετρούμενα στη διεύθυνση Ανατολή-Δύση.
- y** Βορράς-Νότος (North-South). Για μεγέθη μετρούμενα από τον Βορρά ή στην κατεύθυνση Βορράς-Νότος.

- z Διατοιχισμός της σκοπευτικής γραμμής (cross level). Ποσότητες σχετιζόμενες με τον διατοιχισμό.

3. ΣΥΜΒΟΛΑ ΤΡΟΠΟΠΟΙΟΥΝΤΑ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ

- a Προεχωρημένη (advance). Το τμήμα εκείνο μιας ποσότητας που μετρείται προς την προεχωρημένη θέση.
- b Βλητικής (ballistics). Ποσότητες διορθούμενες λόγω της επιδράσεως της υπερυψώσεως ή της φυσικής εκτροπής.
- c Υπολογιζόμενη ή παραγόμενη (computed or generated). Η τιμή μιας ποσότητας όπως υπολογίζεται ή παράγεται από ένα μηχανισμό. Άνευ νοήματος μετά από παρένθεση.
- d Υποδεικνυόμενη (designated). Η υποδεικνυόμενη τιμή ή ποσότητα.
- e Εκτιμώμενη ή σφάλμα (estimated or error). Η εκτιμώμενη τιμή μιας ποσότητας ή το σφάλμα στην ποσότητα αυτή. Άνευ νοήματος όταν χρησιμοποιείται μετά από παρένθεση.
- f Συνάρτηση (function). Συνάρτηση μιας ποσότητας. Άνευ νοήματος όταν χρησιμοποιείται μετά από παρένθεση.
- g Νεκρός χρόνος (dead time). Διόρθωση σε μία ποσότητα λόγω της επιδράσεως του νεκρού χρόνου.
- h
- i Μία αύξηση μιας ποσότητας (increment). Άνευ νοήματος όταν χρησιμοποιείται μετά από παρένθεση.
- j Μία υπολογιζόμενη προσθετική ποσότητα ή μικρή ποσότητα (computational addition or partial). Μία επί μέρους τιμή μίας ποσότητας.

- k** Γη (earth). Καμμία έννοια όταν χρησιμοποιείται πριν από παρένθεση. Η ποσότητα αναφέρεται ως προς τη γη.
- i** Αρχική (initial). Η αρχική τιμή μιας ποσότητας.
- m** Σχετική κίνηση (relative motion). Το μέρος της ποσότητας που αντιστοιχεί στη μεταξύ πλοίου και στόχου σχετική κίνηση.
- n**
- o** Παρατηρηθείσα ή μετρηθείσα (observed or measured). Η παρατηρηθείσα ή μετρηθείσα τιμή ενός μεγέθους αναφορικά με σύστημα αναφοράς εγκατεστημένου στο πλοίο μας.
- p** Παράλλαξη πυροβόλου (gun parallax). Το μέρος μιας ποσότητας που αντιστοιχεί στην παράλλαξη του πυροβόλου. Η ποσότητα για τον καθορισμό της οποίας έχει ληφθεί υπ' όψη η παράλλαξη πυροβόλου.
- p_d** Παράλλαξη Κ/Θ (director parallax). Το μέρος μιας ποσότητας που αντιστοιχεί στην παράλλαξη του Κ/Θ. Η ποσότητα για τον καθορισμό της οποίας έχει ληφθεί υπ' όψη η παράλλαξη Κ/Θ.
- q** Διόρθωση ή διόρθωση ΔΒ (corrective input or spot). Μία διόρθωση σε στοιχείο εισόδου ή μία διόρθωση διευσύνσεως βολής.
- r** Έλεγχος ταχύτητας μεταβολής (rate control). Η διόρθωση στην ταχύτητα μεταβολής μιας ποσότητας ή η ποσότητα που περιέχει και τη σχετική διόρθωση ταχύτητας μεταβολής.
- s** Επιλεγείσα (selected). Μία επιλεγείσα τιμή του εν λόγω φυσικού μεγέθους αναφορικά ως προς ένα σύστημα αδράνειας.
- u** Διόρθωση λόγω αρχικής ταχύτητας (initial velocity loss). Το μέρος εκείνο μιας ποσότητας που αντισταθμίζει την διαφορά λόγω μικρότερης αρχικής ταχύτητας. Η αλλαγή της ποσότητας λόγω διαφορετικής αρχικής ταχύτητας.

V

W Άνεμος (wind). Το μέρος εκείνο της ποσότητας που μετράει για την επίδραση του ανέμου. Η ποσότητα που αντισταθμίζει την επίδραση του ανέμου.

X

Y

Z

4. ΑΡΙΘΜΟΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΙ ΘΕΣΕΩΣ

- 1 Παρούσα θέση (present position) ή ποσότητες μετρούμενες ως προς την παρούσα θέση.
- 2 Μέλλουσα θέση (future position) ή ποσότητες μετρούμενες ως προς την μέλλουσα θέση.
- 3 Προκεχωρημένη θέση (advance position) ή ποσότητες μετρούμενες ως προς την προκεχωρημένη θέση.
- 4 Θέση σκοπεύσεως (aiming position) ή ποσότητες μετρούμενες ως προς την θέση του σημείου σκοπεύσεως.
- 5 Πυροσωλήνας (fuse) ή ποσότητες χρησιμοποιούμενες στον υπολογισμό χρόνου πυροσωλήνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Δ"

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

Για τον έλεγχο του πυροβολικού ενός πολεμικού πλοίου, απαιτείται η διαβίβαση εντολών και αναφορών καθώς επίσης και η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων θέσεων που το εξοπλίζουν.

Λόγω όμως των διαφορών που παρουσιάζονται στους τύπους και στις δυνατότητες του εγκατεστημένου σε κάθε πολεμικό πλοίο υλικού πυροβολικού, είναι προφανές ότι συγκεκριμένες διαδικασίες ελέγχου του μπορούν να καθοριστούν μόνο για πλοία που διαθέτουν ακριβώς όμοιο πυροβολικό. Οι διαδικασίες αυτές συνήθως αναφέρονται σε ιδιαίτερα εγχειρίδια ή κανονισμούς.

Στο παράρτημα αυτό αναφέρονται συγκεντρωτικά οι βασικές εντολές και αναφορές που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του πυροβολικού ενός πολεμικού πλοίου με σκοπό όπως αυτές αποτελέσουν έναν οδηγό στην περαιτέρω εκπόνηση των συγκεκριμένων διαδικασιών που προαναφέρθηκαν.

Επί του θέματος επίσης θα πρέπει να τονιστεί η ανάγκη χρησιμοποίησεως από όλα τα πλοία κοινής ορολογίας και χωρίς εννοιολογικές αποκλίσεις σ' αυτή ώστε αφ' ενός μεν να είναι πλέον εύκολη και αποτελεσματική η μεταξύ τους συνεργασία, αφ' ετέρου δε το αρμόδιο προσωπικό να έχει κοινό "κώδικα επικοινωνίας" σ' όλα τα πλοία.

Κατωτέρω αναφέρονται οι προαναφερθείσες βασικές εντολές και αναφορές, με την αντίστοιχη έννοια και ορολογία της Αγγλικής. Στις θέσεις δε όπου τίθενται αποσιωπητικά είναι απαραίτητη η συμπλήρωση είτε συγκεκριμένης και κατάλληλης θέσεως ελέγχου ή επανδρώσεως πυροβολικού, είτε κάποιο άλλο στοιχείο για να ολοκληρωθεί το αντίστοιχο νόημα. Τούτο εκτιμάται ότι είναι εύκολο να γίνεται νοητό από τον αναγνώστη ώστε τα αναφερόμενα στο παράρτημα αυτό να διατηρήσουν τη γενική τους έκφραση για τους λόγους που προαναφέρθηκαν.

1. ΟΛΕΣ ΟΙ ΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΦΟΡΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΕΩΣ (ALL STATIONS REPORT WHEN MANNED AND READY)

Μετά την σήμανση του συναγερμού η κάθε θέση ελέγχου απαιτεί από τις ελεγχόμενες θέσεις σχετική αναφορά προκειμένου επακολουθήσει οποιαδήποτε απαιτούμενη δράση πυροβολικού.

2.ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΘΕΙ (....MANNED AND READY)

Αναφορά κάποιας ελεγχόμενης θέσεως προς την θέση ελέγχου ότι είναι έτοιμη για δράση.

3. ΕΤΟΙΜΟΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (η Α/Φ η ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΣ η Κ/Θ ΒΛΗΜΑ η ΦΩΤΙΣΜΟΣ κ.λ.π.) ΔΕΞΙΑ (η ΑΡΙΣΤΕΡΑ)

Από τη θέση ελέγχου προς όλες τις θέσεις για να κάνουν τις απαιτούμενες προπαρασκευαστικές ενέργειες για αντίστοιχη δράση.

(SURFACE ACTION (or AIR or BOMBARDMENT or GUIDED MISSILE OR ILLUMINATION etc) STARBOARD (or PORT).

4.ΕΤΟΙΜΟ (....READY)

Αναφορά ετοιμότητας από κάποια συγκεκριμένη θέση προς τη θέση ελέγχου για συγκεκριμένη διαταχθείσα δράση ή ενέργεια (έτοιμος -η -ο κατά περίπτωση).

5. ΣΤΟΧΟΣ..... (TARGET.....)

Χρησιμοποιείται από τη θέση ελέγχου για να υποδειχθεί στις ενδιαφερόμενες θέσεις ο στόχος τους, για τη δράση που θα επακολουθήσει παρέχοντας συγχρόνως απαιτούμενα αναγνωριστικά στοιχεία θέσεως (διόπτευση - απόσταση - γωνία θέσεως) ή και χαρακτηριστικών αυτού.

Επίσης χρησιμοποιείται από οποιοδήποτε θέση για λόγους πληροφοριακούς ή συνεργασίας παρέχοντας στοιχεία π.χ. απω-

λέσθει, εγκλωβίσθει, κατεστράφη, απεμακρύνθη κ.λ.π.

6. ΦΟΡΤΩΣΑΤΕ ΒΛΗΜΑΤΑ
(FILL ROUNDS)

Εντολή από τη θέση ελέγχου για να φορτωθούν τα συγκεκριμένα απαιτούμενα πυρομαχικά πυροβολικού σε αναχωρηγίες ή άλλα συστήματα φορτώσεως. (Τα πρώτα αποσιωπητικά αντιπροσωπεύουν το συγκεκριμένο σύστημα που πρέπει να φορτωθεί π.χ. ανελκυστήρες και τά άλλα το είδος των βλημάτων).

7. ΓΕΜΙΣΑΤΕ (LOAD)

Εντολή για να εκτελεστεί γέμιση πυροβόλων.

8. ΠΥΡΟΒΟΛΑ ΕΛΕΥΘΕΡΑ (BATTERIES RELEASED)

Εντολή προς την θέση ελέγχου πυροβολικού (από τον Κυβερνήτη ή εξουσιοδοτημένο Αξιωματικό) με την οποία εξουσιοδοτείται ο έλεγχος πυροβολικού για έναρξη πυρός.

9. ΑΡΧΙΣΑΤΕ ΠΥΡ (COMMENCE FIRE)

Εντολή από το έλεγχο πυροβολικού για έναρξη πυρός.

10. ΒΟΛΗ (FIRE)

Εντολή για πυροδότηση.

11. ΠΥΡΟΒΟΛΑ ΔΕΣΜΕΥΜΕΝΑ (STOP FIRE)

Εντολή προς τον έλεγχο πυροβολικού (από τον Κυβερνήτη ή εξουσιοδοτημένο Αξιωματικό) για να σταματήσει η βολή ή να απαγορευθεί η χρήση πυροβόλων.

Εντολή από θέση ελέγχου πυροβολικού υποδηλούσα απαγόρευση χρήσεως πυροβόλων.

- | | |
|---|---|
| 12. ΠΑΥΣΑΤΕ ΠΥΡ (STOP FIRE) | Εντολή για να σταματήσει η βολή. |
| 13. ΠΥΡΟΒΟΛΟ ....ΓΕΜΑΤΟ (GUN ....LOADED) | Αναφορά για γεμάτο πυροβόλο. |
| 14. ΚΟΙΛΟ ΕΛΕΥΘΕΡΟ (BORE CLEAR) | Αναφορά για κενό από πυρομαχικά πυροβόλο. |
| 15. ΠΥΡΟΒΟΛΟ ΕΒΑΛΕ (GUN ...FIRED) | Αναφορά πυροβόλου ότι έβαλε. |
| 16. ΠΥΡΟΒΟΛΟ ΕΒΑΛΕ ΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΜΜΙΑ ΑΝΩΜΑΛΙΑ (GUN ROUNDS EXPENDED, NO CAUSUALTIES). | Αναφορά αναλώσεως και καταστάσεως πυροβόλων (Δύναται να συμπληρώνεται με τυχόν υπόλοιπα πυρομαχικών τα οποία είχαν προγραμματιστεί να αναλωθούν κατά την συγκεκριμένη δράση. Σε περίπτωση ανωμαλίας επίσης αυτή αναφέρεται περιληπτικά. Στις ασκήσεις επίσης μετά τα πυρά ή όταν διαταχθεί διακοπή βολής δίδεται αναφορά περιέχουσα εν λόγω πληροφορίες καθώς επίσης αν το κοίλο είναι κενό ή γεμάτο. |
| 17. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΠΙ (MOUNTS ON TARGET) | Αναφορά προς θέση ελέγχου ότι το πυροβολικό είναι έτοιμο για δράση με τα πυροβόλα στραμμένα προς την κατεύθυνση της L.O.F. (Η αναφορά αυτή επίσης δίδεται από τη θέση ελέγχου πυροβολικού προς τη θέση ελέγχου πλοίου (Κυβερνήτη ή αρμόδιο Αξιωματικό) από την οποία αναμένεται και η εξουσιοδότηση για έναρξη πυρός). |
| 18. ΠΥΡΟΒΟΛΟ ΕΠΙ (MOUNT ON TARGET). | Ως ανωτέρω για συγκεκριμένο πυροβόλο. |

**19. ΒΑΛΑΤΕ ΟΤΑΝ ΕΙΣΤΕ ΕΠΙ
(SHOOT WHEN ON TARGET)**

Εντολή προς θέση πυροβόλου ή πυροβολικού η οποία δίδεται για συντόμευση χρόνου έναρξεως πυρός από τη στιγμή κατά την οποία το πυροβολικό θα είναι "επί". Η εντολή αυτή δίδει άδεια παρακάμφεως της αναφοράς "ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΠΙ" και της εντολής "ΠΥΡΟΒΟΛΑ ΕΛΕΥΘΕΡΑ".

**20. ΑΡΧΙΣΑΤΕ ΤΑΧΥ ΣΥΝΕΧΕΣ
ΠΥΡ (COMMENCE RAPID CON-
TINUOUS FIRE)**

Εντολή για έναρξη πυρός με μέθοδο πυροδοτήσεως για ταχύ συνεχές πυρ.

**21. ΑΡΧΙΣΑΤΕ ΤΑΧΕΙΕΣ ΟΜΟ-
ΒΡΟΝΤΙΕΣ (COMMENCE RAPID
SALVO FIRE)**

Εντολή για έναρξη πυρός με μέθοδο πυροδοτήσεως για ταχείες ομοβροντίες (ενδιάμεσα δεν παρέχεται χρόνος για παρατήρηση και εκτέλεση διορθώσεων ΔΒ).

**22. ΠΕΡΑΣ ΒΟΛΗΣ (END OF
TARGET)**

Εντολή που δίδεται προς ένδειξη του τερματισμού της βολής εναντίον ενός στόχου.

**23. ΑΝΑΦΟΡΑ ΚΟΙΛΟΥ (BORE
STATUS REPORT)**

Εντολή για έλεγχο και αναφορά αν το κοίλο είναι ελεύθερο.

**24. ΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΕ ΘΕΣΗ ΑΝΑ-
ΜΟΝΗΣ (STAND BY)**

Εντολή που δίδεται από θέση ελέγχου προς τις ελεγχόμενες θέσεις μετά από κάποια δράση ή εν όψει επικείμενης δράσεως. Κάθε ελεγχόμενη θέση ενεργεί σύμφωνα με τις ισχύουσες γι' αυτήν συγκεκριμένες διαδικασίες και οδηγίες, (Δόγμα Πυροβολικού).

**25. ΝΕΟΣ ΣΤΟΧΟΣ. (FRESH
TARGET)**

Εντολή για έναρξη διαδικασίας προσβολής νέου στόχου. (Η εντολή συνοδεύεται από τα στοιχεία του στόχου όπως και στην περίπτωση του παραγγέλματος "στόχος").

**26. ΔΕΞΙΑ/ΑΡΙΣΤΕΡΑ
(RIGHT/LEFT)**

Εντολή (ή αναφορά) για απαιτούμενη διόρθωση ΔΒ κατά διόπτρευση. (Ακολουθείται από το ποσόν της διορθώσεως σε yds ή m).

**27. ΑΝΩ/ΚΑΤΩ
(ADD/DROP)**

Εντολή (ή αναφορά) για απαιτούμενη διόρθωση ΔΒ κατ' απόσταση. (Ακολουθείται από το ποσόν της διορθώσεως σε yds ή m).

**8. ΑΝΩ/ΚΑΤΩ
(UP/DOWN)**

Διόρθωση βολής, χρησιμοποιούμενη για να αυξήσει ή να ελατώσει το ύψος διαρρήξεως των βλημάτων πάνω από το στόχο κατά την περίπτωση βομβαρδισμού κατά το υποδηλούμενο αριθμό m, yds ή ft. Διευκρινίζεται πάντα ότι πρόκειται για διόρθωση ΔΒ καθ' ύψωση και οι μονάδες υποδηλούνται π.χ. διόρθωση καθ' ύψωση ΚΑΤΩ 100 ft).

**29. ΥΠΟΔΕΙΞΗ ΣΤΟΧΟΥ
(TARGET DESIGNATION)**

Εντολή ή πληροφορία για υπόδειξη στόχου προς το ΣΔΒ.

**30. ΕΤΟΙΜΟΣ - ΕΤΟΙΜΟΣ - ΤΟΠ
(STAND BY- STAND BY - MARK)**

Στη συνεργασία μεταξύ δύο ή περισσότερων θέσεων για συντονισμό κάποιας δραστηριότητας (Το "τοπ" είναι το εκτελεστικό για την έναρξη εν λόγω δραστηριότητας).

**31. ΑΡΧΙΣΑΤΕ ΦΩΤΙΣΜΟ (COM-
MENCE ILLUMINATION FIRE)**

Εντολή για έναρξη βολής φωτιστικών.

**32. ΣΥΝΕΧΙΣΑΤΕ ΦΩΤΙΣΜΟ
(CONTINUOUS ILLUMINATION)**

Εντολή για διατήρηση συνεχούς φωτισμού.

- | | |
|--|--|
| 33. ΠΑΥΣΑΤΕ ΦΩΤΙΣΜΟ
(STOP ILLUMINATION) | Εντολή για διακοπή της βολής φωτιστικών. |
| 34. ΑΙΤΗΣΗ ΒΟΛΗΣ (CALL FOR FIRE) | Κλήση πυρός υπό παρατηρητού για ναυτικό βομβαρδισμό. |
| 35. ANAMEINATE (DELAY) | Πληροφορία από το βάλλον πλοίο ότι δεν είναι έτοιμο για βολή. |
| 36. ΓΡΑΜΜΗ ΠΥΡΟΒΟΛΟΥ-ΣΤΟΧΟΣ (GUN-TARGET LINE) | Πληροφορία που ανταλλάσσεται μεταξύ πλοίου-παρατηρητού κατά τον βομβαρδισμό, απαραίτητη για την εφαρμογή των διορθώσεων ΔΒ και αφορά την διόπτρευση του στόχου από τη θέση του πλοίου. |
| 37. ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ-ΣΤΟΧΟΣ (OBSERVER TARGET LINE) | Διόπτρευση νοητής γραμμής εκ της θέσεως του παρατηρητού προς τον στόχο. Πληροφορία απαραίτητη για εφαρμογή διορθώσεων ΔΒ κατά τη βολή βομβαρδισμού. |
| 38. ΓΡΑΜΜΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
(NO FIRE LINE) | Διόπτρευση μέχρι της οποίας απαγορεύεται η εκτέλεση πυρών βομβαρδισμού άνευ αιτήσεως υποστηριζόμενων τμημάτων. Η βολή όμως μετά την διόπτρευση αυτή είναι ελεύθερη σε οποιαδήποτε χρόνο άνευ κινδύνου των φίλιων δυνάμεων. |
| 39. ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΡΟΧΙΑΣ | Πληροφορία για τον χρόνο πτήσεως του βλήματος σε sec. |
| 40. ΔΙΑΚΟΥΣΑΤΕ ΠΥΡ
(CHECK FIRE) | Εντολή για προσωρινή διακοπή βολής για έλεγχο στοιχείων βολής κατά τον βομβαρδισμό. |

41. ΕΞΑΚΟΛΟΥΘΗΣΑΤΕ (GO ON) Εντολή που ακυρώνει την προηγούμενη εντολή "ΔΙΑΚΟΨΑΤΕ ΠΥΡ".
42. ΕΠΑΝΑΛΑΒΑΤΕ (REPEAT). Εντολή που χρησιμοποιείται στον βομβαρδισμό για επανάληψη βολής με τα αυτά ως και πρότερον στοιχεία.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- 10-1: Αν κατά την περίπτωση αρχικού φωτισμού ανάψει ένα, δύο, τρία ή κανένα από τα τρία βαλλόμενα φωτιστικά, τι αντίστοιχα συμπεράσματα εξάγονται ως προς τα αίτια του παρουσιαζόμενου προβλήματος;
- 10-2: Αν κατά την περίπτωση αρχικού φωτισμού ο στόχος δεν εντοπίζεται οπτικά τι θα κάνει στην συνέχεια ο Αξιωματικός ΔΒ φωτιστικών για να τον εντοπίσει;
- 10-3: Σε τι αποβλέπει η βολή κανονισμού στην βολή φωτιστικών;
- 10-4: Εκτιμώντας την διάρκεια φωτισμού από ένα φωτιστικό 5" σε 30 sec ανά πόσα sec θα γίνεται βολή φωτιστικού ώστε να διατηρούνται τουλάχιστο δύο φωτιστικά αναμένα στην περιοχή του στόχου;
- 10-5: Αναφέρατε με τι τρόπο θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν φωτιστικά βλήματα ώστε αυτά να συμβάλλουν στην αντιβληματική άμυνα εναντίον IR κατευθυνόμενων βλημάτων;

κατά μία γωνία.

$$E_g = E + V$$

Από το οριζόντιο τρίγωνο ΟΣΣ' έχωμε:

$$\epsilon\phi E = Rv/Rh$$

$$\eta \epsilon\phi E = \frac{5500:3}{12.900} = \frac{1833,33}{12.900} \quad \text{και} \quad E = 8^\circ 5'$$

Η κεκλιμένη απόσταση R του στόχου υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$R + (Rv^2 + Rh^2)^{1/2} = 13.030 \text{ yds}$$

Αν θεωρηθεί η απόσταση R ως οριζόντια απόσταση στόχου (τούτο γίνεται λαμβανομένου υπ όψη της θεωρίας της ακαμψίας της τροχιάς) τότε η ύψωση κλισιοσκοπίων V που αντιστοιχεί στην απόσταση αυτή δίδεται από τους αντίστοιχους για την εξεταζόμενη περίπτωση πίνακες βολής (π.χ. OP 551) ίση με 18° και $51'$.

$$\text{Επομένως} \quad E_g = E + V = 8^\circ 5' + 18^\circ 51' = 26^\circ 56'$$

Στην συνέχεια επαναλαμβάνονται οι προηγούμενοι υπολογισμοί θεωρώντας ως στόχο αυτή τη φορά το σημείο του προκαλύμματος Π. Θα έχωμε τότε αντίστοιχα:

$$E_{g\pi} = E_{\pi} + V_{\pi}$$

$$\eta \epsilon\phi E_{\pi} = \frac{7.600:3}{12.900-2.000} = 0,23242 \quad \text{και} \quad E_{\pi} = 13^\circ 5'$$

Επίσης

$$R_{\pi} = (Rv_{\pi}^2 + Rh_{\pi}^2)^{1/2} = 11.191 \text{ yds}$$

Με στοιχείο εισόδου στους πίνακες βολής που προαναφέρθηκαν την απόσταση R_π η αντιστοιχούσα ύψωση κλισιοσκοπίων δίδεται ίση με V_π = $13^\circ 48'$ και επομένως

$$E_{g\pi} = E_{\pi} + V_{\pi} = 13^\circ 5' + 13^\circ 48' = 26^\circ 53'$$

Συγκρίνοντας την E_g και $E_{g\pi}$ έχουμε

$$E_g > E_{g\pi}$$

Επομένως από το σημείο 0 ο στόχος Σ δύναται να προσβληθεί, της αντιστοίχου τροχιάς διερχομένης άνωθεν του προκαλύμματος.

Με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστού εκτιμάται ότι με ένα κατάλληλο πρόγραμμα το οποίο θα μπορούσε να είναι ενσωματωμένο μαζί με τα άλλα επιχειρησιακά προγράμματα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή κάθε σύγχρονου πολεμικού πλοίου, ο σχετικός έλεγχος για εντοπισμό των θέσεων από τις οποίες το βάλλον πλοίο θα μπορεί να πλήξει ένα στόχο που βρίσκεται πίσω από προκαλυμμα, θα γίνεται στο μέλλον σχετικά εύκολα γρήγορα και με μεγάλη ακρίβεια και ταχύτητα. Παρόμοια δυνατότητα υπάρχει ασφαλώς και με τη χρήση κάθε άλλου κατάλληλου ηλεκτρονικού υπολογιστή που μπορεί να υπάρχει στο πλοίο.

Σημείωση: Όταν γίνεται ο προαναφερθείς υπολογισμός τίθεται το ερώτημα ποιά είναι η διόρθωση στο ύψος του προκαλύμματος που πρέπει να γίνει ώστε λαμβανομένης υπ' όψη της διασποράς των βλημάτων να εξασφαλιστεί η διέλευση άνωθεν του προκαλύμματος όλων των βαλλόμενων βλημάτων. Το πρόβλημα αυτό είναι δυνατό να εξεταστεί αναλυτικά βάσει της αναφερόμενης στο 12^ο κεφάλαιο του βιβλίου αυτού θεωρίας των πιθανοτήτων. Εκτιμάται ότι η διόρθωση αυτή σε πόδια όταν δεν συντρέχουν λόγοι για αναλυτικό υπολογισμό μπορεί πρακτικά να λαμβάνεται στην πράξη ίση με τον αριθμό των εκατοντάδων ναρδών της αποστάσεως του στόχου R εκπεφρασμένο σε ft π.χ. αν η απόσταση R του εξετασθέντος παραδείγματος είναι 13.030 yds το ύψος του προκαλύμματος στους εκτελεσθέντας υπολογισμούς θα μπορούσε να είχε ληφθεί αντί 7.600 ft σε 7.730 ft (7.600+130).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Πλωτάρχου Π. ΚΟΝΙΑΛΗ Π.Ν. "Πυροβολική Επιφανείας και Αντιαεροπορική" ΣΝΔ 1956.
2. Πλωτάρχου Π. ΚΟΝΙΑΛΗ Π.Ν. "Στοιχεία Εσωτερικής και Εξωτερικής Βλητικής" ΣΝΔ 1956.
3. Αντισυνταγματάρχου (ΠΖ) Σ. ΜΠΟΥΧΟΥΤΣΟΥ "Ανάγνωση και Χρήση Στρατιωτικών Χαρτών" ΚΕΑΕ 1975.
4. ΕΕ 8-21 "Διεύθυνση Βολής Πυροβόλων Ναυτικού" ΓΕΣ 1968.
5. DAR COM-P 706-101 "Engineering design Handbook".
6. OP 3000 Vol 1, 2 και 3 "Weapons systems fundamentals".
7. Navpers 10783-B "Principles of Naval Ordnance and Gunnery" 1971.
8. Navpers 10867-B "The Weapons officer" 1968.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΕΛ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΒΛΗΤΙΚΗ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.2. ΒΑΣΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΒΛΗΤΙΚΗΣ.....	2
1.3. ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΟΥ ΕΠΕΝΕΡΓΟΥΝ ΣΤΟ ΒΛΗΜΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ.....	8
1.4. Η ΔΥΝΑΜΗ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ.....	9
1.5. Η ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ D (DRAG).....	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΚΕΝΟ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	20
2.2. ΕΞΙΣΩΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΣ.....	21
2.3. ΒΟΛΗ ΣΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.....	27
2.4. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΑΚΑΜΨΙΑΣ ΤΗΣ ΤΡΟΧΙΑΣ.....	28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	37
3.2. ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ.....	38
3.3. ΛΥΣΗ ΔΙΑΦΟΡΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ.....	39
3.4. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΡΟΧΙΑΣ ΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	44
3.5. ΦΥΣΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ ΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	46
3.6. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΕΜΟΥ.....	53
3.7. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ.....	58
3.8. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ.....	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗ

4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	66
--------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΒΟΛΗΣ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

5.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	72
5.2. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΣΥΝΤΗΡΙΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ.....	74
5.3. Η ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΒ ΑΠΟ ΕΝΑ ΣΔΒ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ.....	76
5.4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΔΒ.....	93

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΙΝΑΚΕΣ ΒΟΛΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ

6.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	101
6.2. ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΒΟΛΗΣ.....	102
6.3. ΙΤΑΛΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΒΟΛΗΣ.....	131

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΒΟΛΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

7.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	154
7.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΟΛΗΣ.....	155
7.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΚΟΠΕΥΣΕΩΣ.....	156
7.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΕΩΣ.....	157
7.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΒΟΛΗΣ.....	159
7.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΒΟΛΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.....	164

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΒΟΛΗ ΑΝΤΙΑΕΡΟΠΟΡΙΚΗ Η Α/Α

8.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	169
8.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΟΛΗΣ.....	170
8.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΚΟΠΕΥΣΕΩΣ.....	171
8.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΥΡΟΔΟΤΗΣΕΩΣ.....	171
8.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΟΛΗΣ.....	171
8.6. ΒΟΛΗ Α/Α ΣΕ ΕΓΓΥΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΒΛΗΜΑΤΙΚΗ ΑΜΥΝΑ.....	172

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΒΟΛΗ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ

9.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	178
9.2. ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΒ ΣΤΟΝ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟ.....	181
9.3. ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ.....	183
9.4. ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΟΛΗΣ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ.....	196
9.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΣ ΒΟΛΗΣ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ.....	205
9.6. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΒΟΛΗΣ ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ.....	223
9.7. ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΒΟΛΗ Ν. ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ.....	227
9.8. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΥΡΟΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΠΥΡΟΜΑΧΙΚΩΝ ΓΙΑ ΕΚΤΕΛΕΣΗ Ν. ΒΟΜΒΑΡΔΙΣΜΟΥ.....	229

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΒΟΛΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

10.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	233
10.2. ΕΠΙΛΥΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΒ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ.....	234
10.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΟΛΗΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ.....	238

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΘΕΜΑΤΑ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

11.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	243
11.2. ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ.....	243
11.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑ.....	249
11.4. ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΒΑΣΕΩΝ.....	250
11.5. ΚΑΘΙΖΗΣΗ.....	251
11.6. ΠΑΡΑΛΛΑΞΗ.....	263
11.7. ΜΑΞΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΝ ΠΥΡΟΒΟΛΩΝ.....	268
11.8. ΒΟΛΗ ΣΥΝΔΙΑΜΕΤΡΗΣΕΩΣ.....	269
11.9. ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΠΛΗΣ ΗΧΟΥΣ.....	269
11.10. ΔΟΓΜΑ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ.....	270
11.11. ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΠΙΣΤΑΣΙΑΣ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ.....	272
11.12. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ.....	273
11.13. ΑΦΛΟΓΙΣΤΙΑ.....	275
11.14. ΑΡΓΟΦΛΟΓΙΣΤΙΑ ή ΒΡΑΔΥΦΛΕΓΙΑ.....	275

11.15. ΘΕΡΜΟ ΚΑΙ ΨΥΧΡΟ ΚΟΙΛΟ.....	276
11.16. ΘΕΡΜΟΕΚΡΗΞΗ.....	276
11.17. ΠΥΡΑ ΣΤΕΡΕΩΣΕΩΣ.....	277

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΤΥΧΑΙΩΝ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΒΟΛΗΣ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΟΥ

12.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	279
12.2. ΣΤΟΧΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.....	280
12.3. ΣΤΟΧΟΣ ΑΕΡΟΣ.....	300
12.4. ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ ΕΝΟΣ ΣΤΟΧΟΥ.....	303

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Α"

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΑΕΡΑ.....	311
-----------------------------------	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Β"

ΟΡΙΣΜΟΙ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗΣ.....	322
--------------------------	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Γ"

ΣΥΜΒΟΛΑ ΠΥΡΟΒΟΛΙΚΗΣ.....	326
--------------------------	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Δ"

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΤΟΛΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΥ- ΡΟΒΟΛΙΚΟΥ.....	334
--	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ "Ε"

ΔΙΕΛΕΥΣΗ ΤΡΟΧΙΩΝ ΑΝΩΘΕΝ ΠΡΟΚΑΛΥΜΑΤΟΣ.....	342
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	345

