

8. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΛΑΤΟΥΣ

8.1 Εισαγωγή

Υπενθυμίζεται ότι το αστρονομικό πλάτος ενός τόπου είναι η γωνία μεταξύ της διεύθυνσης της κατακορύφου του τόπου και του επιπέδου του ουράνιου Ισημερινού. Ο προσδιορισμός του πλάτους με παρατήρηση κάποιου άστρου μπορεί να γίνει εφ' όσον είναι γνωστά τρία τουλάχιστον στοιχεία του τριγώνου θέσης. Τα στοιχεία αυτά, συνήθως, είναι: η απόκλιση δ του άστρου, η μετρούμενη ζενίθια απόσταση z και η υπολογιζόμενη (από τον χρόνο παρατήρησης) ωριαία γωνία h . Η βασική σχέση που συνδέει τα στοιχεία αυτά με το πλάτος Φ είναι :

$$\cos z = \sin \delta \cdot \sin \Phi + \cos \delta \cdot \cos \Phi \cdot \cosh$$

Για τον προσδιορισμό των ευνοϊκότερων συνθηκών παρατήρησης πρέπει να εξεταστούν οι επιδράσεις των συστηματικών σφαλμάτων, που στην περίπτωση αυτή είναι τα σφάλματα δz και δh . Για τον υπολογισμό τους, σχηματίζουμε τα μερικά διαφορικά της παραπάνω σχέσης και μετά από κάποιες αντικαταστάσεις προκύπτουν οι τύποι:

$$\delta\Phi_z = \frac{-1}{\cos A} \cdot \delta z$$

$$\delta\Phi_h = -\cos \Phi \cdot \tan A \cdot \delta h$$

Φυσικά, το συνολικό σφάλμα του πλάτους δίνεται από την σχέση:

$$\delta\Phi = \pm \sqrt{(\delta\Phi_z^2 + \delta\Phi_h^2)}$$

Από τις σχέσεις αυτές βγαίνουν τα εξής σημαντικά συμπεράσματα:

- Το σφάλμα $\delta\Phi_z$ γίνεται ελάχιστο (ίσο με το δz) όταν $A = 0^\circ$ ή $A = 180^\circ$, δηλαδή κατά την μεσημβρινή διάβαση.
- Επίσης, το σφάλμα $\delta\Phi_h$ μηδενίζεται όταν $A = 0^\circ$ ή $A = 180^\circ$.

Επομένως, ο προσδιορισμός του πλάτους με μέτρηση της ζενίθιας απόστασης πρέπει να γίνεται την στιγμή της μεσημβρινής διάβασης του άστρου ή πολύ κοντά σ' αυτήν. Επί πλέον, την στιγμή της μεσημβρινής διάβασης, το τρίγωνο θέσης εκφυλίζεται σε μια τριάδα τόξων του μεσημβρινού που σχετίζονται μεταξύ τους με απλές αλγεβρικές σχέσεις, στις οποίες δεν υπεισέρχεται η ωριαία γωνία.

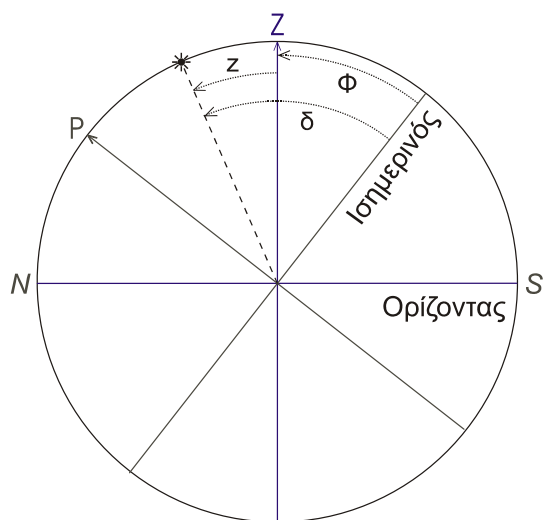
8.2 Προσδιορισμός του πλάτους από μεσημβρινές ζενίθιες αποστάσεις

Όπως φαίνεται στα σχήματα 8.1 και 8.2 (προβολές στο επίπεδο του μεσημβρινού), το πλάτος υπολογίζεται από τα δ και z με τις σχέσεις:

1. $\Phi = \delta - z$, για την περίπτωση άνω μεσουράνησης βόρεια του ζενιθ.
2. $\Phi = \delta + z$, για την περίπτωση άνω μεσουράνησης νότια του ζενιθ.

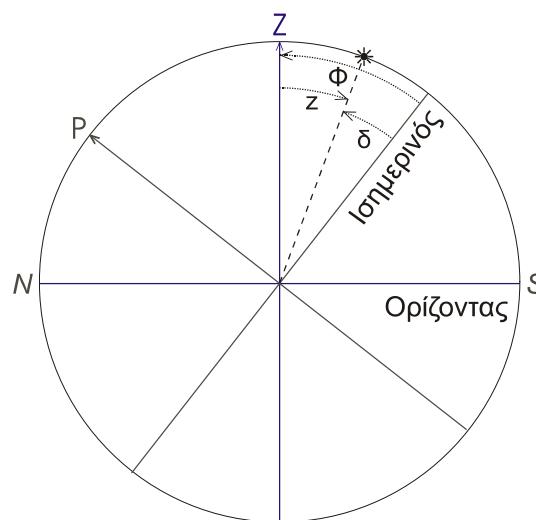
Προφανώς, και οι σχέσεις αυτές συνεπάγονται ότι $\delta\Phi = \pm \delta z$ (όπως προκύπτει και από τους γενικούς τύπους). Επειδή το μεγαλύτερο μέρος ενός πιθανού σφάλματος δz

οφείλεται στην διόρθωση για την αστρονομική διάθλαση, η επίδρασή του μπορεί να εξαιρεθεί αν παρατηρηθεί ένα ζευγάρι άστρων, που να μεσουρανούν εκατέρωθεν του ζενίθ στην ίδια απόσταση και με μικρή διαφορά χρόνου (ώστε να είναι ίδια η διόρθωση της διάθλασης).



Άνω μεσουράνηση
βόρεια του ζενίθ

Σχήμα 8.1



Άνω μεσουράνηση
νότια του ζενίθ

Σχήμα 8.2

Άμεση εφαρμογή των αρχών αυτών γίνεται κατά τον προσδιορισμό πλάτους με την μέθοδο Sterneck. Στην μέθοδο αυτή παρατηρούνται πολλά ζεύγη άστρων (48 ως 72 κάθε νύκτα), χωρισμένα σε ομάδες (συνήθως έξι), έτσι ώστε να υπάρχει έλεγχος και διόρθωση των συστηματικών σφαλμάτων του οργάνου (όπως το σφάλμα διαιρέσης και το σφάλμα δείκτη του κατακόρυφου κύκλου). Κάθε ζευγάρι άστρων (βόρειο N και νότιο S) δίνει μια τιμή για το πλάτος, από την σχέση:

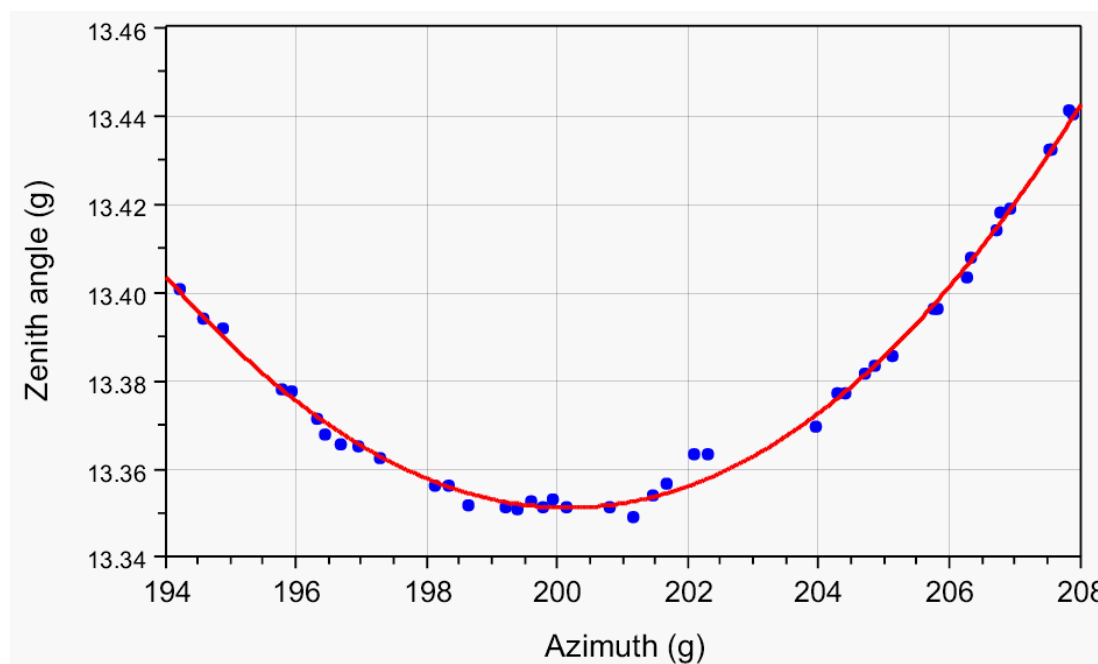
$$\Phi = \frac{\delta_N + \delta_S}{2} + \frac{z_S - z_N}{2}$$

Η μέση τιμή του πλάτους από όλα τα ζευγάρια είναι απαλλαγμένη από συστηματικά σφάλματα, ενώ το τυχαίο σφάλμα της είναι συνήθως μικρότερο από 0'' .5.

Οι σύγχρονοι γεωδαιτικοί σταθμοί (total stations), που έχουν δυνατότητα για αυτόματη ψηφιακή ανάγνωση και καταγραφή των γωνιών, επιτρέπουν τη λήψη μεγάλου πλήθους παρατηρήσεων κάθε άστρου γύρω από την μεσημβρινή του διάβαση. Η ζενίθια γωνία την στιγμή της διάβασης μπορεί να υπολογιστεί με προσαρμογή κατάλληλου πολυωνύμου στα μετρημένα ζεύγη τιμών (ΟΓ, z), όπως φαίνεται στο σχήμα 8.3. Με τον τρόπο αυτό μειώνονται δραστικά τα τυχαία σφάλματα της παρατήρησης κάθε μεσουράνησης και η μέθοδος μπορεί να δώσει την τιμή του πλάτους με ακρίβεια πρώτης τάξης (σφάλμα μικρότερο από 0'' .1).

Στην μέθοδο Sterneck χρησιμοποιούνται οι ζενίθιες (κατακόρυφες) αναγνώσεις του θεοδολίκου σε κάθε άστρο. Όταν απαιτείται ακόμα μεγαλύτερη ακρίβεια με χρήση κλασσικού θεοδολίκου, χρησιμοποιείται μια παραλλαγή της μεθόδου αυτής, που λέγεται μέθοδος Horrebow - Talcott. Σ' αυτήν, τα άστρα κάθε ζεύγους πρέπει να μεσουρανούν σε τόσο παρόμοιες ζενίθιες αποστάσεις ώστε να μπορούν να

παρατηρηθούν (διαδοχικά) με απλή περιστροφή του οργάνου κατά 180° , χωρίς να μεταβληθεί η κατακόρυφη γωνία του τηλεσκοπίου. Με τον τρόπο αυτό δεν χρειάζεται η κατακόρυφη ανάγνωση του θεοδολίκου αλλά μόνον η διαφορά των υψών μεσουράνησης των δύο άστρων στο οπτικό πεδίο, που προσδιορίζεται, με μεγάλη ακρίβεια, με τη βοήθεια ενός μικρομέτρου στο προσοφθάλμιο. Επιπλέον, γίνεται αυστηρότερος έλεγχος της διατήρησης της οριζοντίωσης του οργάνου με την βοήθεια ειδικής επιβατικής αεροστάθμης (αεροστάθμη Horrebaw).



Σχήμα 8.3

Σε όλες τις μεθόδους προσδιορισμού πλάτους από μεσημβρινές ζενίθιες αποστάσεις φαίνεται ότι απαιτείται να είναι γνωστή μόνον η απόκλιση δ κάθε άστρου. Επειδή όμως οι παρατηρήσεις πρέπει να γίνονται στον μεσημβρινό, στην πραγματικότητα πρέπει να έχει προηγηθεί προσανατολισμός του οργάνου που, όπως είδαμε, χρειάζεται και άλλα στοιχεία.

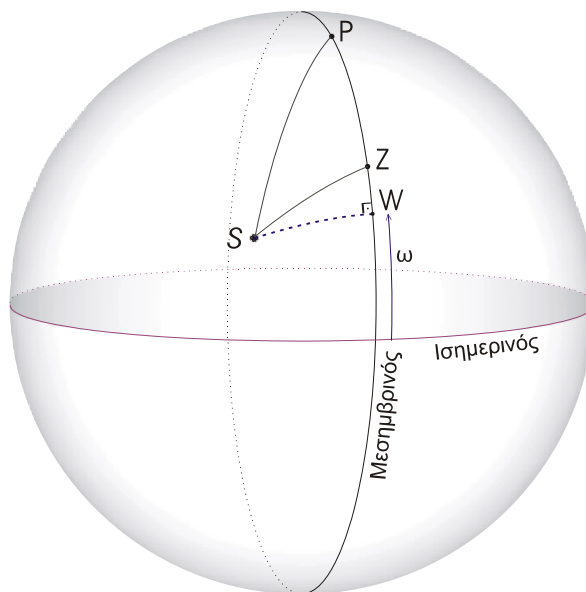
8.3 Προσδιορισμός πλάτους από ζενίθια γωνία άστρου σε τυχαία θέση

Σε κάποιες περιπτώσεις δεν είναι δυνατόν να γίνουν παρατηρήσεις στον μεσημβρινό αλλά σε τυχαία θέση (συνήθως όμως κοντά σ' αυτόν). Στην περίπτωση αυτή το πλάτος πρέπει να προσδιοριστεί από την επίλυση του τριγώνου θέσης. Η κανονική διαδικασία επίλυσης είναι ιδιαίτερα επίπονη γιατί απαιτεί τη χρήση των αναλογιών του Νεπερ. Προτείνεται λοιπόν μια ευκολότερη διαδικασία, που στηρίζεται σε ένα βοηθητικό τόξο ω πάνω στον μεσημβρινό (σχήμα 8.4).

Το ω είναι το τόξο από τον Ισημερινό μέχρι το σημείο προβολής W του άστρου πάνω στον μεσημβρινό (που γίνεται με ένα μέγιστο κύκλο, κάθετο στον μεσημβρινό, που περνά από το άστρο S). Από τα ορθογώνια σφαιρικά τρίγωνα που δημιουργούνται, προκύπτουν οι σχέσεις:

$$\tan \omega = \frac{\tan \delta}{\cosh} \quad \text{και} \quad \cos(\Phi - \omega) = \frac{\cos z \cdot \sin \omega}{\sin \delta}$$

Το άθροισμα των τόξων ω και $(\Phi - \omega)$ δίνει το αστρονομικό πλάτος Φ . Προσοχή χρειάζεται στην σωστή επιλογή τιμών για τα τόξα αυτά [π.χ. θετική ή αρνητική λύση της συνάρτησης $\arccos(\Phi - \omega)$].



Σχήμα 8.4

Ως προς την επίδραση των σφαλμάτων, ισχύουν όσα αναφέρθηκαν στην εισαγωγή του κεφαλαίου αυτού. Ειδική μνεία πρέπει να γίνει για την περίπτωση του Πολικού αστέρα. Λόγω της ειδικής του θέσης, πολύ κοντά στον Βόρειο Ουράνιο Πόλο, η χρήση του οδηγεί σε μικρά σφάλματα προσδιορισμού του πλάτους, καθώς και σε ευκολία παρατήρησης, όπως αναφέρθηκε διεξοδικά και στο κεφάλαιο προσδιορισμού του αζιμουθίου. Σε συνδυασμό μάλιστα και με παρατήρηση ενός άστρου που να μεσουραναί νότια του ζενίθ σε αντίστοιχη ζενίθια απόσταση, μπορεί να προκύψει ένας καλός προσδιορισμός πλάτους (δευτέρας τάξεως).

Ανακεφαλαίωση

- Ο προσδιορισμός του αστρονομικού πλάτους ενός τόπου γίνεται με την βοήθεια της ωριαίας γωνίας και της ζενίθιας απόστασης ενός άστρου.
- Οι ευνοϊκότερες συνθήκες προσδιορισμού υπάρχουν κατά την μεσουράνηση του άστρου. Γι' αυτό οι κυριότερες μέθοδοι προσδιορισμού πλάτους στηρίζονται στη μέτρηση μεσημβρινών ζενιθίων γωνιών (μέθοδος Sterneck, μέθοδος Horrebow – Talcott). Στην περίπτωση αυτή το σημαντικότερο σφάλμα, που προέρχεται από την διόρθωση της διάθλασης, αλλάζει πρόσημο εκατέρωθεν του ζενίθ και μπορεί να απαλειφθεί με παρατηρήσεις ζευγών αστέρων που να μεσουρανούν συμμετρικά ως προς το ζενίθ.