



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Γεωργικές και Θερμοκηπιακές κατασκευές (Εργαστήριο)

Ενότητα 4 : Μετρήσεις γωνιών και μηκών στο
έδαφος Ι

Δρ. Μενέλαος Θεοχάρης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΓΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΜΗΚΩΝ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

3.1. Μέτρηση γωνιών

Στην Τοπογραφία χρησιμοποιούνται δύο είδη γωνιών αφ' ενός οι οριζόντιες γωνίες, που στην πραγματικότητα είναι διέδρες γωνίες δύο κατακόρυφων επιπέδων και αφ' ετέρου οι κατακόρυφες γωνίες διευθύνσεων από ένα οριζόντιο επίπεδο. Οι κατακόρυφες γωνίες μετρούνται πάντα από το οριζόντιο επίπεδο μέχρι τη θέση της διεύθυνσης. Τα διάφορα τοπογραφικά όργανα δεν έχουν τη δυνατότητα να μετρούν όλες τις παραπάνω γωνίες.

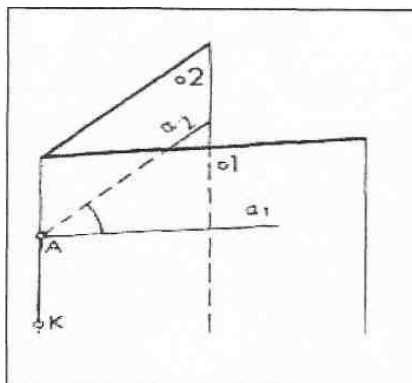
Η **πυξίδα** χρησιμοποιείται μόνο για τις μετρήσεις των **οριζόντιων γωνιών** που σχηματίζουν οι ευθυγραμμίες με τη διεύθυνση του μαγνητικού βορρά οι οποίες ονομάζονται **αζιμούθιες γωνίες**.

Το **κλισίμετρο** μετρά μόνο **κατακόρυφες γωνίες**. Δηλαδή μετρά τις γωνίες διευθύνσεων ως προς ένα οριζόντιο επίπεδο, το οποίο διέρχεται από το σημείο αρχής τους.

Το **θεοδόλιχο** είναι το κατ' εξοχήν χρησιμοποιούμενο όργανο για τις ακριβείς μετρήσεις **οριζόντιων γωνιών** και **ζενιθίων αποστάσεων**. Η ζενιθια απόσταση μιας ευθυγραμμίας είναι η γωνία, που σχηματίζει αυτή με την κατακόρυφο του τόπου που είναι η αρχή της ευθυγραμμίας. Η ομάδα των θεοδολίων, η οποία δίνει τη μεγαλύτερη ακρίβεια μετρήσεων, συμπεριλαμβάνει και τα συμβατικά ταχύμετρα καθώς και τα ηλεκτρονικά ταχύμετρα.

3.1.1. Μέτρηση οριζοντίων γωνιών

Δίνονται τρία σημεία τα A, 1 και 2, τα κατακόρυφα επίπεδα των σημείων A, 1 και A, 2 (σχήμα 3.1), καθώς και οι οριζόντιες ευθείες a_1 και a_2 , που διέρχονται από το σημείο A και κείνται η μὲν a_1 στο κατακόρυφο επίπεδο A,1 η δε a_2 στο κατακόρυφο επίπεδο A, 2.



Σχήμα 3.1. Η οριζόντια γωνία $a_1 A a_2$

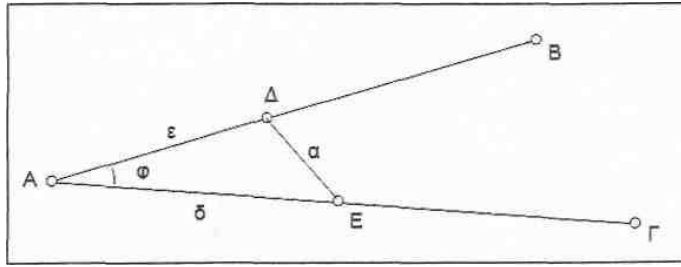
Ονομάζεται οριζόντια γωνία των σημείων 1 και 2 ως προς το σημείο A τη γωνία που σχηματίζουν οι ευθείες a_1 και a_2 .

Τα δύο κατακόρυφα επίπεδα τέμνονται κατά την κατακόρυφη ευθεία AK του σημείου . Επομένως οι a_1 και a_2 είναι κάθετες προς την AK. Άρα, η οριζόντια γωνία $a_1 A a_2$ ισούται με την τιμή της διέδρης γωνίας που σχηματίζουν τα κατακόρυφα επίπεδα A,1 και A, 2.

Η μέτρηση μιας οριζόντιας γωνίας μπορεί να γίνει με διάφορα τοπογραφικά όργανα κυριότερα από τα οποία είναι το **θεοδόλιχο** και η **γωνιομετρική πυξίδα**.

Κατά τη μέτρηση με την πυξίδα, η πυξίδα τοποθετείται έτσι ώστε μέσα από το φακό να φαίνεται σε ευθυγραμμία η κατακόρυφη χαραγή που υπάρχει στο αντιδιαμετρικό στέλεχος, και το ακόντιο που τοποθετήθηκε στο σκοπευόμενο σημείο. Σε αυτή τη θέση βλέπουμε ταυτόχρονα, μέσα από το φακό, την ένδειξη του μαγνητικού δίσκου. Η ένδειξη αυτή μας δίνει απ' ευθείας την αζιμούθια γωνία της σκοπευόμενης διεύθυνσης.

Για απλές περιπτώσεις η μέτρηση μπορεί να γίνει με την ακόλουθη τριγωνομετρική μέθοδο για την εφαρμογή της οποίας απαιτούνται μόνο ακόντια και μετροταινία.



Σχήμα 3.2. Μέτρηση οριζόντιας γωνίας

Δίδονται οι ευθυγραμμίες AB και AG οι οποίες τέμνονται στο σημείο A και ζητείται να μετρηθεί η οριζόντια γωνία που σχηματίζουν.

Ορίζονται δύο τυχαία σημεία Δ και Ε πάνω στις ευθυγραμμίες AB και AG αντίστοιχα και μετρώνται οι αποστάσεις $AD = \varepsilon$, $AE = \delta$ και $DE = \alpha$.

Από το νόμο του συνημίτονου, $\alpha^2 = \delta^2 + \varepsilon^2 - 2\delta\varepsilon\cos\varphi$, υπολογίζεται η γωνία φ :

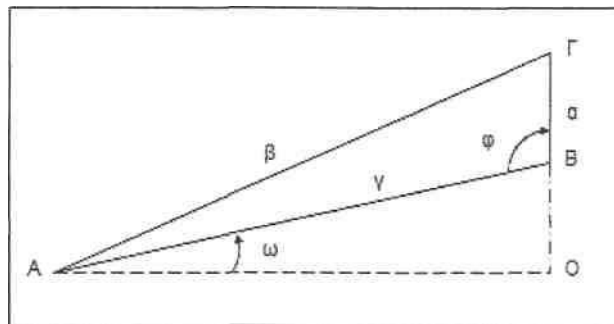
$$\varphi = \text{τοξσυν}\left(\frac{\delta^2 + \varepsilon^2 - \alpha^2}{2\delta\varepsilon}\right)$$

Για να είναι ακριβής η μέτρηση πρέπει ληφθούν διάφορες αποστάσεις δ_i και ε_i και να

υπολογιστεί το φ από τη σχέση $\varphi = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \varphi_i}{n}$ όπου n είναι ο αριθμός των μετρήσεων.

3.1.2. Μέτρηση κατακόρυφης γωνίας ευθυγραμμίας ως προς τον ορίζοντα.

Δίδονται η ευθυγραμμία AB και ζητείται να μετρηθεί η κατακόρυφη γωνία που σχηματίζει με το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το A.



Σχήμα 3.3. Μέτρηση κατακόρυφης γωνίας

Στο σημείο B τοποθετείται ένα ακόντιο κατακόρυφα και πάνω σε αυτό ορίζεται ένα τυχαίο σημείο Γ. Κατόπιν μετρώνται οι αποστάσεις $AB = \gamma$, $AG = \beta$ και $BG = \alpha$.

Από το νόμο του συνημίτονου στο τρίγωνο ABΓ υπολογίζεται η γωνία φ:

$$\varphi = \text{τοξσυν}\left(\frac{\alpha^2 + \gamma^2 - \beta^2}{2\alpha\gamma}\right)$$

Από το ορθογώνιο τρίγωνο ABO προκύπτει ότι ζητούμενη γωνία $\omega^\circ = \varphi^\circ - 90^\circ$.

3.1.3. Ασκήσεις

Παρατηρήσεις:

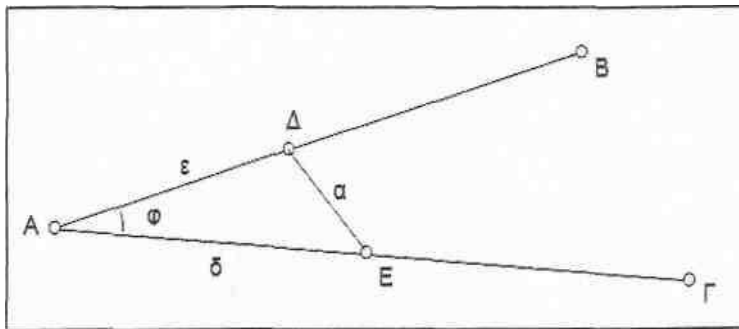
1. Η επίλυση των ασκήσεων θα γίνει από ομάδες των δυο φοιτητών, σε διαφορετικά σημεία του προαυλίου χώρου των εγκαταστάσεων του ΤΕΙ Ηπείρου. Η ομάδα θα χρησιμοποιήσει ως N το ημίθροισμα των N των δύο φοιτητών.
2. Για τις μετρήσεις θα χρησιμοποιηθούν μετροταινίες, ράμματα και ακόντια (λόγω ελλείψεως υλικού αντί ακοντίων θα χρησιμοποιηθούν πάσσαλοι ξύλινοι ή από καλάμια).
3. Τα σημεία θα επισημανθούν και θα γίνει επίδειξη από την κάθε ομάδα.

Άσκηση 1

Για τη μέτρηση της γωνίας φ που σχηματίζουν δύο τεμνόμενες ευθυγραμμίες AB και AG μετρήθηκαν μήκη $(AD) = \varepsilon = (4,00+0,1*N)$, $(AE) = \delta = (5,00+0,1*N)$ και $(DE) = \alpha = (3,00+0,1*N)$. Να υπολογιστεί η γωνία φ . Δίδεται $N=3$.

Λύση

Δεδομένα: $(AD) = \varepsilon = (4,00 + 0,1 \times 3) \text{ m} = 4,3 \text{ m}$, $(AE) = \delta = (5,00 + 0,2 \times 3) \text{ m} = 5,6 \text{ m}$
και $(DE) = \alpha = (3,00 + 0,1 \times 3) \text{ m} = 3,3 \text{ m}$.



Από το νόμο του συνημίτονου $\alpha^2 = \delta^2 + \varepsilon^2 - 2 \delta \varepsilon \cos \varphi$,
υπολογίζεται η γωνία φ :

$$\varphi = \arccos\left(\frac{\delta^2 + \varepsilon^2 - \alpha^2}{2\delta\varepsilon}\right)$$

$$\varphi = \arccos\left(\frac{5,60^2 + 4,30^2 - 3,30^2}{2 * 5,60 * 4,30}\right) = \arccos(0,809)$$

ήτοι $\varphi = 0,6284 \text{ rad} = 36,0046 \text{ μοίρες} = 36 \text{ μοίρες}$, 0 λεπτά, 16,56 δευτερόλεπτα

Άσκηση 2

Για τη μέτρηση της κατακόρυφης γωνίας ω που σχηματίζει η ευθυγραμμία AB με το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το A, τοποθετήθηκε σημείο B ένα ακόντιο κατακόρυφα και πάνω σε αυτό ορίστηκε ένα τυχαίο σημείο Γ. Κατόπιν μετρήθηκαν τα μήκη $(AB) = \gamma = (44,00+0,1*N) \text{ m}$, $(AG) = \beta = (45,00+0,1*N) \text{ m}$ και $(BG) = \alpha = (1,00+0,01*N) \text{ m}$. Ζητούνται: α) Η κατακόρυφη γωνία ω , β) Η οριζόντια απόσταση (AO) μεταξύ των σημείων A και B και γ) Η κατακόρυφη απόσταση (OB) μεταξύ των σημείων A και B.

Λύση

Δεδομένα: $(AB) = \gamma = (44,00 + 0,1 \times 3) \text{ m} = 44,3 \text{ m}$, $(AG) = \beta = (45,00 + 0,1 \times 3) \text{ m} = 45,3 \text{ m}$
και $(BG) = \alpha = (1,00 + 0,01 \times 3) \text{ m} = 1,03 \text{ m}$.

α) Υπολογισμός της κατακόρυφης γωνίας ω

Από το νόμο του συνημίτονου στο τρίγωνο ABΓ υπολογίζεται η γωνία φ :

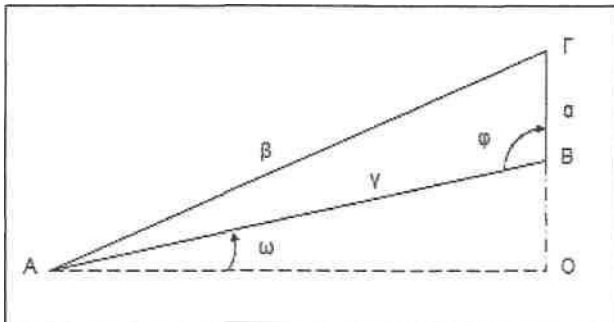
$$\varphi = \text{τοξσυν} \left(\frac{\alpha^2 + \gamma^2 - \beta^2}{2\alpha\gamma} \right)$$

$$\varphi = \text{τοξσυν} \left(\frac{1,03^2 + 44,30^2 - 45,30^2}{2 * 1,03 * 44,30} \right) = \text{τοξσυν}(-0,9702)$$

ήτοι $\varphi = 2,8969 \text{ rad} = 165,9773 \text{ μοίρες} = 165 \text{ μοίρες} , 58 \text{ λεπτά} , 38,28 \text{ δευτερόλεπτα}$

Από το ορθογώνιο τρίγωνο ABO προκύπτει ότι ζητούμενη γωνία $\omega^\circ = \varphi^\circ - 90^\circ$.

ήτοι $\omega = 2,8969 - 3,14159/2 = 1,3261 \text{ rad} = 75,9773 \text{ μοίρες} = 75 \text{ μοίρες} , 58 \text{ λεπτά} , 38,28 \text{ δευτερόλεπτα}$



β) Υπολογισμός της οριζόντιας απόστασης (AO)

Είναι $(AO) = (AB) \text{ συν}\omega = (44,3) \times \text{συν}(75,9773) = 10,73 \text{ m}$

γ) Υπολογισμός της κατακόρυφης απόστασης (OB)

Είναι $(OB) = (AB) \text{ ημ}\omega = (44,3) \times \text{ημ}(75,9773) = 42,98 \text{ m}$

Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

1. EN13031-1. Greenhouses-Design and construction - Part 1: Commercial production Greenhouses, CEN/TC284, December 2001.
2. EN 1990. Eurocode 0 – Basis of structural design, CEN, April 2002.
3. EN 1991. Eurocode 1: Actions on structures, General actions. Part 1-1: Densities, self-weight, imposed loads for buildings, CEN, April 2002, Part 1-3: Snow loads, CEN, July 2003, Part 1-4: Wind actions, CEN, April 2005, Part 1-5: Thermal actions, CEN, Nov. 2003.
4. Θεοχάρης, Μ., 2000. Η εφαρμογή των Ευρωκώδικων στη μελέτη των Ελληνικών θερμοκηπίων, Μεταπτ. Διατρ., Τμ. Γεωπ. Φυτ. και Ζωικ. Παρ/γής Παν/μίου Θεσσαλίας, Βόλος, Μάρτ. 2000, σελ. 215.
5. Θεοχάρης, Μ., 2000. Η ανεμοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες, Πρακτ. 2ου Πανελλ. Συν. Γεωργ. Μηχαν., σελ. 406-414, Βόλος, Σεπτ. 2000.
6. Θεοχάρης, Μ., 2003. Η Χιονοφόρτιση των θερμοκηπιακών κατασκευών σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες, Πρακτ. 3ου Πανελλ. Συν. Γεωργ. Μηχαν., σελ.337-344, Θεσ/νίκη, Μαΐος 2003.
7. Θεοχάρης Μ.: " Γεωργικές Κατασκευές", Άρτα 2000
8. Θεοχάρης Μ.: " Γεωργικές Κατασκευές, Εργαστηριακές Ασκήσεις", Άρτα 2000
9. Θεοχάρης Μ.: " Θερμοκηπιακές Κατασκευές", Άρτα 2000
10. Ιωαννίδης Π. " Οι στέγες στην Οικοδομή " , Αθήνα 1986
11. Αναστασόπουλος Α.: "Γεωργικές Κατασκευές" Αθήνα 1993
12. Beton Kalender 1984: Τόμοι 1 και 2. Μετάφραση στα Ελληνικά , Εκδότης Μ. Γκιούρδας.
13. Βαγιανός Ι. : "Πρακτική των Θερμοκηπίων και των Σηράγγων "
14. Γεωργακάκης Δ. : "Στοιχεία Ρύθμισης Περιβάλλοντος και Σχεδιασμού Αγροτικών Κατασκευών " , Αθήνα 1992
15. Γραφιαδέλλης Μ : "Σύγχρονα Θερμοκήπια" Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1980.
16. Δεϊμέζης Α : " Γενική Δομική " , Τόμοι Ι , ΙΙ , Αθήνα 1992
17. Δούκας Σ. : " Οικοδομική", Αθήνα 1994
18. Ευσταθιάδης Α. : " Θερμοκήπια Στοιχεία Κατασκευής, Λειτουργίας και Καλλιέργειας"
19. Μαυρογιαννόπουλος Γ. : " Θερμοκήπια " , Εκδοση Γ' , Αθήνα 2001
- Μπουρνιά Ε. : "Αγροτικά Κτίρια " , Έκδοση Ο.Ε.Δ.Β. , Αθήνα 1995

Σημείωμα Αναφοράς

Θεοχάρης Μενέλαος, (2015). Γεωργικές και Θερμοκηπιακές Κατασκευές (Εργαστήριο). ΤΕΙ Ηπείρου. Διαθέσιμο από:
<http://eclass.teiep.gr/courses/TEXG113/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Επεξεργασία: Δημήτριος Κατέρης

Άρτα, 2015



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης