



ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ - ΧΑΡΑΞΕΙΣ

ΕΠΙΛΥΣΗ ΟΔΕΥΣΗΣ

Βασίλης Δ. Ανδριτσάνος
Δρ. Αγρονόμος - Τοπογράφος Μηχανικός ΑΠΘ
Αναπληρωτής Καθηγητής
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

3ο εξάμηνο

<http://eclass.uniwa.gr> Αποτυπώσεις - Χαράξεις

Παρουσιάσεις, Ασκήσεις, Σημειώσεις, Έντυπα,
Προδιαγραφές, Κανονισμοί, Αμοιβές

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Μετρήσεις: οριζόντιες γωνίες (γωνίες θλάσης), κατακόρυφες γωνίες, κεκλιμένες αποστάσεις

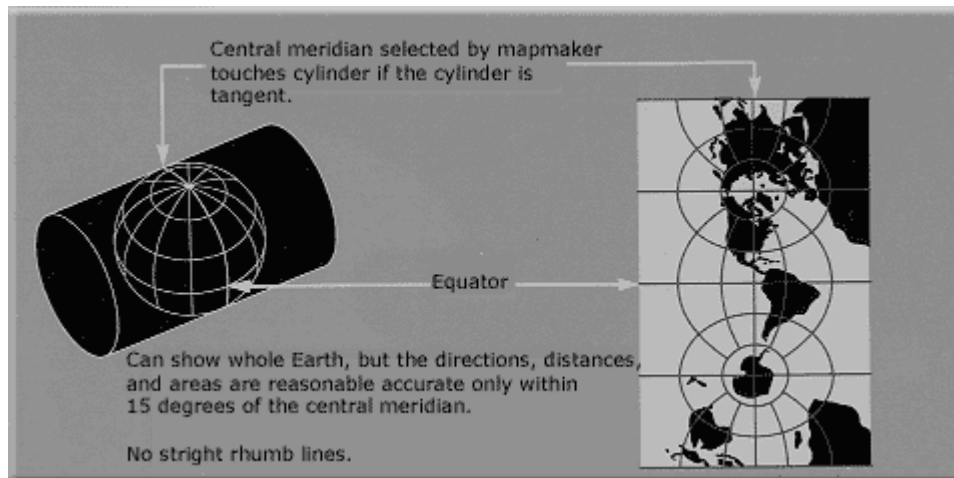
Δεδομένα επίλυσης: συντεταγμένες σημείων εξάρτησης

Ζητούμενα επίλυσης: συντεταγμένες κορυφών όδευσης στο σύστημα αναφοράς των σημείων εξάρτησης

ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Επίσημο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς για την Ελλάδα: **ΕΓΣΑ87**

Η προβολή που χρησιμοποιείται στο ΕΓΣΑ87 είναι η Εγκάρσια Μερκατορική προβολή **TM87** με άξονα των τετμημένων (X) στον ισημερινό και άξονα των τεταγμένων (Y) το μεσημβρινό των 24 μοιρών



Περισσότερα:
Μαθηματική Χαρτογραφία
Γεωδαισία

ΟΔΕΥΣΗ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΔΥΟ ΑΚΡΑ

Βήματα επίλυσης:

1. Αναγωγή κεκλιμένων αποστάσεων σε οριζόντιες

$$S_{ορ} = S_{κεκλ} \cdot \sin z$$

2. Αναγωγές αποστάσεων στην προβολή

3. Κατανόηση του προβλήματος

Μετρήσεις γωνιών θλάσεις: n

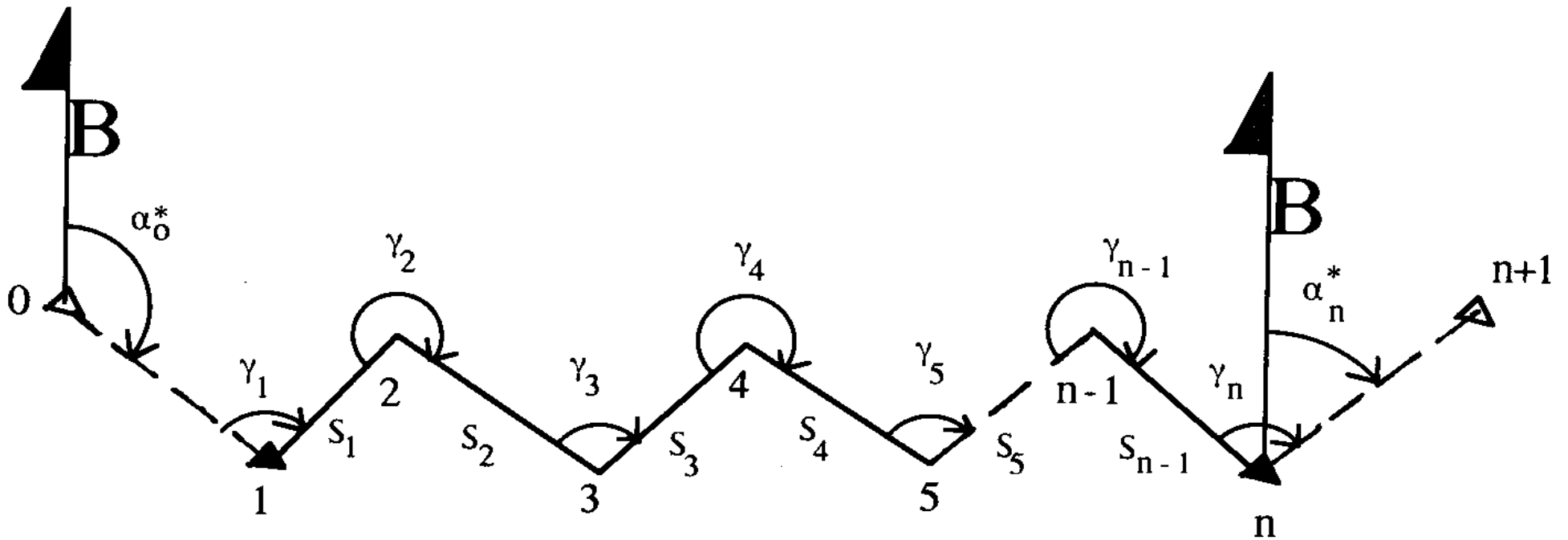
Μετρήσεις αποστάσεων: $n-1$

Σύνολο μετρουμένων παραμέτρων: $n+n-1 = 2n-1$

Άγνωστες παράμετροι (συντεταγμένες): $2(n-2) = 2n-4$

Βαθμοί ελευθερίας $f=2n-1-(2n-4)=3 \rightarrow$ ικανοποίηση 3 ανεξαρτήτων συνθηκών

ΟΔΕΥΣΗ ΑΝΟΙΧΤΗ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΔΥΟ ΑΚΡΑ



1η ΣΥΝΘΗΚΗ: Γωνιακή συνθήκη αζιμουθίου

Διαδοχική εφαρμογή των θεμελιωδών προβλημάτων με τη χρησιμοποίηση των μετρούμενων γωνιών θλάσης

$$\alpha_{12} = a_{01}^* + \gamma_1 + 200 \qquad \alpha_{01}^* = \arctan \frac{x_1^* - x_0^*}{y_1^* - y_0^*}$$

$$\alpha_{23} = a_{12} + \gamma_2 + 200 = a_{01}^* + \gamma_1 + \gamma_2 + 2 \times 200$$

$$\alpha_{nn+1} = a_{01}^* + \sum_{i=1}^n \gamma_i + n \times 200 - k \times 400$$

$$\alpha_{nn+1}^* = \arctan \frac{x_{n+1}^* - x_n^*}{y_{n+1}^* - y_n^*} \qquad W_\gamma = \alpha_{nn+1}^* - \alpha_{nn+1} \neq 0$$

Η διαφορά W_γ αναφέρεται στο **γωνιακό σφάλμα κλεισίματος της όδευσης** (ανεξάρτητο των πλευρομετρήσεων)

Σφάλμα = Πρέπει (2ο θεμελιώδες) - Είναι (3ο θεμελιώδες)

Αποτυπώσεις - Χαράξεις

2η ΣΥΝΘΗΚΗ: Γραμμική συνθήκη συντεταγμένων κατά x

Διαδοχική εφαρμογή του πρώτου θεμελιώδους προβλήματος με τη χρησιμοποίηση γωνιών διεύθυνσης α και οριζοντίων αποστάσεων S

$$x_2 = x_1^* + S_1 \sin \alpha_{12} = x_1^* + S_1 \sin(\alpha_{01}^* + 200 + \gamma_1)$$

$$x_n = x_1^* + \sum_{i=1}^{n-1} S_i \sin \alpha_{ii+1}$$

$$W_x = x_n^* - x_n \neq 0$$

Η διαφορά W_x αναφέρεται στο **γραμμικό σφάλμα κλεισίματος των x-συντεταγμένων όδευσης**

Σφάλμα = Πρέπει (δεδομένα σημεία εξάρτησης) - Είναι (1ο θεμελιώδες)

3η ΣΥΝΘΗΚΗ: Γραμμική συνθήκη συντεταγμένων κατά y

Διαδοχική εφαρμογή του πρώτου θεμελιώδους προβλήματος με τη χρησιμοποίηση γωνιών διεύθυνσης α και οριζοντίων αποστάσεων S

$$y_2 = y_1^* + S_1 \cos \alpha_{12} = y_1^* + S_1 \cos(a_{01}^* + 200 + \gamma_1)$$

$$y_n = y_1^* + \sum_{i=1}^{n-1} S_i \cos \alpha_{ii+1}$$

$$W_y = y_n^* - y_n \neq 0$$

Η διαφορά W_x αναφέρεται στο **γραμμικό σφάλμα κλεισίματος των y -συντεταγμένων όδευσης**

Σφάλμα = Πρέπει (δεδομένα σημεία εξάρτησης) - Είναι (1ο θεμελιώδες)

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑ BOWDITCH

Κατά τη διαδικασία επίλυσης, τόσο το γωνιακό όσο και το γραμμικό σφάλμα της όδευσης “μοιράζεται” στις μετρήσεις, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες “ΠΡΕΠΕΙ - ΕΙΝΑΙ”

$$W_\gamma = W_x = W_y = 0$$

Το συνολικό **γραμμικό σφάλμα κλεισίματος της όδευσης** δίνεται από τη σχέση

$$W_S = \sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑ BOWDITCH

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ:

1. Όλες οι γωνίες θλάσης έχουν μετρηθεί με τη ίδια ακρίβεια (ίδιο όργανο μετρήσεων)
2. Όλες οι οριζόντιες αποστάσεις έχουν μετρηθεί με ακρίβεια ανάλογη του μήκους τους
3. Όλες οι παρατηρήσεις είναι μεταξύ τους ασυσχέτιστες

$$\gamma'_1 = \gamma_1 + \frac{W_\gamma}{n}$$

$$\Delta x' = \Delta x + \frac{S}{\sum S} W_x$$

$$\Delta y' = \Delta y + \frac{S}{\sum S} W_y$$

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑ BOWDITCH

ΒΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

1. Υπολογίζονται οι γωνίες διεύθυνσης στην αρχή και στο τέλος της όδευσης βάσει των συντεταγμένων των σημείων εξάρτησης (2ο θεμελιώδες) - “ΠΡΕΠΕΙ” α

$$\alpha_{01}^* = \arctan \frac{x_1^* - x_0^*}{y_1^* - y_0^*} \quad \alpha_{nn+1}^* = \arctan \frac{x_{n+1}^* - x_n^*}{y_{n+1}^* - y_n^*}$$

2. Υπολογίζονται οι διαφορές των συντεταγμένων Δx και Δy μεταξύ των σημείων εξάρτησης στην αρχή και το τέλος της όδευσης (συντεταγμένες) - “ΠΡΕΠΕΙ” $\Delta x, \Delta y$

$$\Delta x^* = x_n^* - x_1^* \quad \Delta y^* = y_n^* - y_1^*$$

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑ BOWDITCH (2)

ΒΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

3. Υπολογίζεται το συνολικό μήκος της όδευσης (Άθροισμα πλευρών)

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} S_i$$

4. Υπολογίζονται τα όρια των σφαλμάτων της όδευσης βάσει των ελληνικών κανονισμών (ΠΔ696/1974)

ΟΡΙΑ ΓΩΝΙΑΚΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ (ΠΔ696/74)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1-3 Τα μέγιστα σφάλματα κλεισίματος των γωνιών όδευσης (°) κατά τους Ελληνικούς Κανονισμούς

Κλίμακες	Έδαφος ομαλό		Έδαφος κεκλιμένο	
	Πρωτεύ.	Δευτερ.	Πρωτεύ.	Δευτερ.
1: 200	\sqrt{N}	$1.5\sqrt{N}$	$2\sqrt{N}$	$3\sqrt{N}$
1: 500	$2\sqrt{N}$	$3\sqrt{N}$	$3\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$
1: 1 000 1: 2 000	$2\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$	$8\sqrt{N}$
1: 5 000 1:10 000	$3\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$	$8\sqrt{N}$

ΟΡΙΑ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ (ΠΔ696/74)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1-4 Τα όρια του ολικού γραμμικού σφάλματος κλεισίματος όδευσης κατά τους Ελληνικούς Κανονισμούς				
Κλίση-τάξη	Έδαφος ομαλό		Έδαφος κεκλιμένο	
Κλίμακα	Πρωτεύουσα	Δευτερεύουσα	Πρωτεύουσα	Δευτερεύουσα
1: 200 1: 500	$0.005\sqrt{D} + 0.05$	$0.01\sqrt{D} + 0.05$	$0.01\sqrt{D} + 0.10$	$0.02\sqrt{D} + 0.10$
1: 1000	$0.01\sqrt{D} + 0.10$	$0.02\sqrt{D} + 0.10$	$0.02\sqrt{D} + 0.20$	$0.04\sqrt{D} + 0.20$
1: 2000	$0.02\sqrt{D} + 0.10$	$0.04\sqrt{D} + 0.10$	$0.04\sqrt{D} + 0.20$	$0.08\sqrt{D} + 0.20$
1: 5000	$0.04\sqrt{D} + 0.20$	$0.06\sqrt{D} + 0.20$	$0.06\sqrt{D} + 0.40$	$0.10\sqrt{D} + 0.40$
1:10 000	$0.10\sqrt{D} + 0.30$	$0.15\sqrt{D} + 0.30$	$0.15\sqrt{D} + 0.30$	$0.20\sqrt{D} + 0.30$

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑ BOWDITCH (3)

ΒΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

5. Από τη γωνία διεύθυνσης των σημείων εξάρτησης στην αρχή της όδευσης και τις μετρημένες γωνίες θλάσης υπολογίζεται η γωνία διεύθυνσης των σημείων εξάρτησης στο τέλος της όδευσης (3ο θεμελιώδες)

$$\alpha_{nn+1} = \alpha_{01}^* + \sum_{i=1}^n \gamma_i + n \times 200 - k \times 400$$

6. Υπολογίζεται η διαφορά του αζιμουθίου στο τέλος της όδευσης (τιμή του γωνιακού σφάλματος κλεισίματος) (Διαφορά α “ΠΡΕΠΕΙ” - α “ΕΙΝΑΙ”)

$$W_\gamma = \alpha_{nn+1}^* - \alpha_{nn+1} \neq 0$$

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑ BOWDITCH (4)

ΒΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

7. Έλεγχεται αν το γωνιακό σφάλμα κλεισίματος είναι μικρότερο από τα όρια των ελληνικών κανονισμών. Αν είναι, τότε αυτό ισομοιράζεται στις γωνίες θλάσης

$$W_{\gamma i} = W_{\gamma} / n$$

8. Έαν το γωνιακό σφάλμα κλεισίματος είναι εκτός ορίων --> πρόβλημα στις μετρήσεις των γωνιών θλάσης (βλ. Έλεγχος χονδροειδών σφαλμάτων)
Κίνδυνος επανάληψης των μετρήσεων --> Μεγάλη προσοχή στις μετρήσεις των οριζοντίων γωνιών θλάσης (δύο θέσεις τηλεσκοπίου - περίοδοι μετρήσεων)

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑ BOWDITCH (5)

ΒΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

9. Υπολογίζονται οι διορθωμένες γωνίες διεύθυνσης των πλευρών της όδευσης χρησιμοποιώντας τις διορθώσεις των γωνιών θλάσης που υπολογίστηκαν

$$\alpha_{12}^{\delta} = \alpha_{01}^{*} + \gamma_1 + \frac{W_{\gamma}}{n} + 200 \quad \alpha_{23}^{\delta} = \alpha_{12}^{\delta} + \gamma_2 + \frac{W_{\gamma}}{n} + 200$$

10. Βάσει του 1ου θεμελιώδους προβλήματος υπολογίζονται τα Δx και Δy των κορυφών της όδευσης και αθροιστικά τα Δx "ΕΙΝΑΙ" και Δy "ΕΙΝΑΙ"

$$\Delta x = x_n - x_1 = \sum_{i=1}^{n-1} S_i \sin a_{ii+1} \quad \Delta y = y_n - y_1 = \sum_{i=1}^{n-1} S_i \cos a_{ii+1}$$

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑ BOWDITCH (6)

ΒΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

11. Υπολογίζονται τα γραμμικά σφάλματα W_x κατά x και W_y κατά y , αντιστοίχως (τιμές “ΠΡΕΠΕΙ” - “ΕΙΝΑΙ”), καθώς επίσης και το ολικό γραμμικό σφάλμα κλεισίματος και συγκρίνεται με τα όρια

$$W_x = \Delta x^* - \Delta x$$

$$W_y = \Delta y^* - \Delta y$$

$$W_S = \sqrt{W_x^2 + W_y^2}$$

12. Αν το ολικό γραμμικό σφάλμα που υπολογίζεται είναι πάνω από τα όρια των ελληνικών κανονισμών τότε οι μετρήσεις πλευρών έχουν πρόβλημα --> Ύπαρξη χονδροειδών σφαλμάτων (βλ. Έλεγχος), μη εισαγωγή οριζόντιων αποστάσεων --> Κίνδυνος επανάληψης των μετρήσεων.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΑΤΑ BOWDITCH (7)

ΒΗΜΑΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

13. Τα γραμμικά σφάλματα κατά x και y μοιράζονται στις πλευρές ανάλογα με το μήκος κάθε πλευράς (κανόνας Bowditch)

$$\Delta x_i^* = \Delta x_i + \frac{S_i}{\sum S_i} W_x \quad \Delta y_i^* = \Delta y_i + \frac{S_i}{\sum S_i} W_y$$

14. Οι τελικές συντεταγμένες, διορθωμένες, τόσο από τα γωνιακά, όσο και από τα γραμμικά σφάλματα κλεισίματος υπολογίζονται από τα διορθωμένα Δx και Δy και τις συντεταγμένες του αρχικού σημείου εξάρτησης διαδοχικά

$$x_i = x_{i-1} + \Delta x_i^* \quad y_i = y_{i-1} + \Delta y_i^*$$

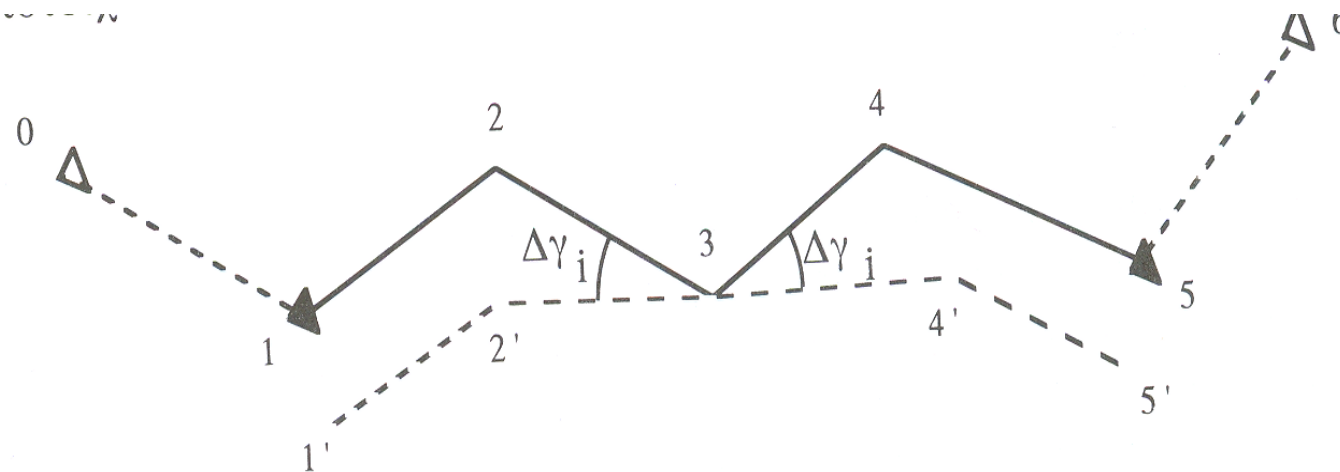
ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΟΔΕΥΣΕΙΣ

Τα σημαντικότερα σφάλματα στην επίλυση προέρχονται από την **κακή κέντρωση των οργάνων** και των στόχων

Μεγάλη προσοχή όταν τα μήκη των πλευρών είναι πολύ μικρά

1. Ύπαρξη χονδροειδούς σφάλματος σε μία μόνο γωνία

Η όδευση επιλύεται **δύο φορές** από την αρχή στο τέλος και αντίστροφα, χωρίς ισοκατανομή του γωνιακού σφάλματος κλεισίματος. Οι συντεταγμένες του σημείου που παραμένουν ίδιες με μικρή απόκλιση αντιστοιχούν στην κορυφή της όδευσης με την προβληματική γωνία



ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΟΔΕΥΣΕΙΣ (2)

2. Ύπαρξη χονδροειδούς σφάλματος σε μία μόνο απόσταση
Υπολογίζεται η γωνία διεύθυνσης του ολικού γραμμικού σφάλματος

$$\theta = \arctan \frac{W_x}{W_y}$$

Το χονδροειδές σφάλμα βρίσκεται στην πλευρά με την ίδια περίπτωση γωνία διεύθυνσης

