



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 9  
15780 ΖΩΓΡΑΦΟΥ ΑΘΗΝΑ

# Εργαστήρια Τεχνικής Γεωλογίας II

Ασκήσεις 5, 6, 7<sup>η</sup>

Στερεογραφική απεικόνιση επιφανειών σε δίκτυο Schmidt με τη χρήση του προγράμματος DIPScan και κινηματική ανάλυση ευστάθειας βραχωδών πρανών έναντι μεταθετικών αστοχιών και ανατροπών.

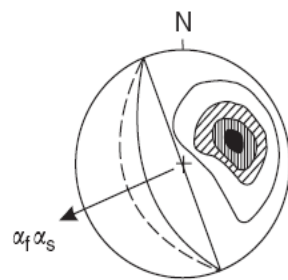
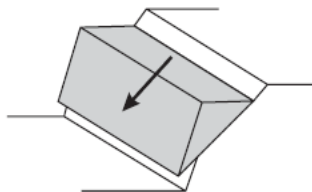
# Αντικείμενο της Άσκησης

- Η απεικόνιση επιφανειακών στοιχείων σε στερεογραφικό δίκτυο Schmidt με τη χρήση του DIPS.
- Η ανάλυση ευστάθειας βραχωδών πρανών έναντι μεταθετικών ολισθήσεων, επίπεδων και σφηνοειδών.
- Η ανάλυση ευστάθειας βραχωδών πρανών έναντι ανατροπών.

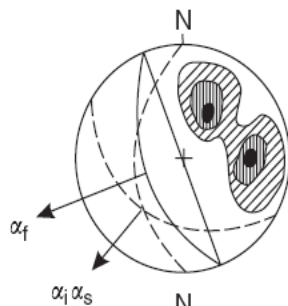
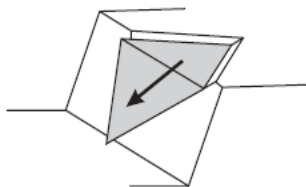
# Μηχανισμοί Αστοχίας βραχωδών πρανών

- Τα βραχώδη πρανή αστοχούν με μηχανισμούς ανάλογους του βαθμού κατακερματισμού αλλά και του βαθμού αποσάθρωσής τους.
- Οι συνηθέστεροι μηχανισμοί αστοχίας των βραχωδών σχηματισμών είναι **οι επίπεδες και οι σφηνοειδείς ολισθήσεις**.
- Στις περιπτώσεις έντονου κατακερματισμού ή έντονης αποσάθρωσης τα υλικά αστοχούν εκδηλώνοντας **κυκλικές ή περιστροφικές ολισθήσεις**, ανάλογες των εδαφικών σχηματισμών.
- Όταν τα συστήματα διάρρηξης διαμορφώνουν ανορθωμένα τεμάχια κατακόρυφα ή με ελαφρώς αντίρροπη κλίση εκδηλώνονται **ανατροπές**.

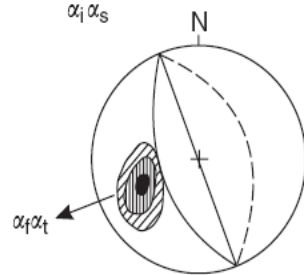
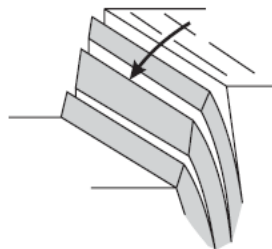
(a)



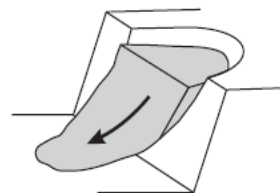
(b)



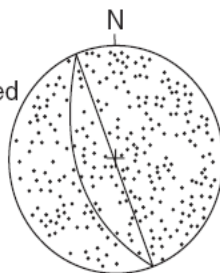
(c)



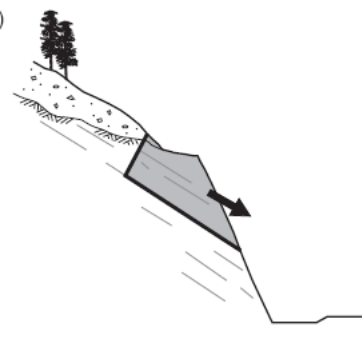
(d)



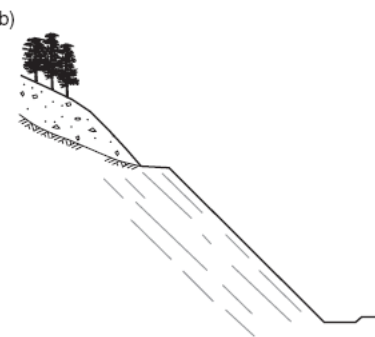
Randomly oriented  
discontinuities



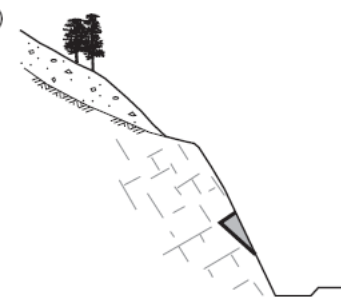
(a)



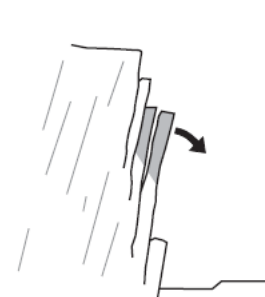
(b)



(c)



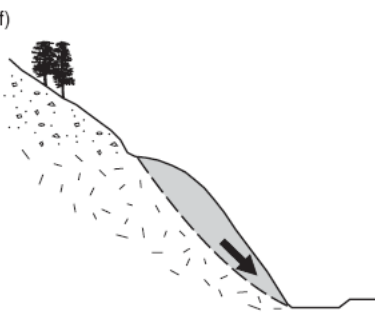
(d)



(e)

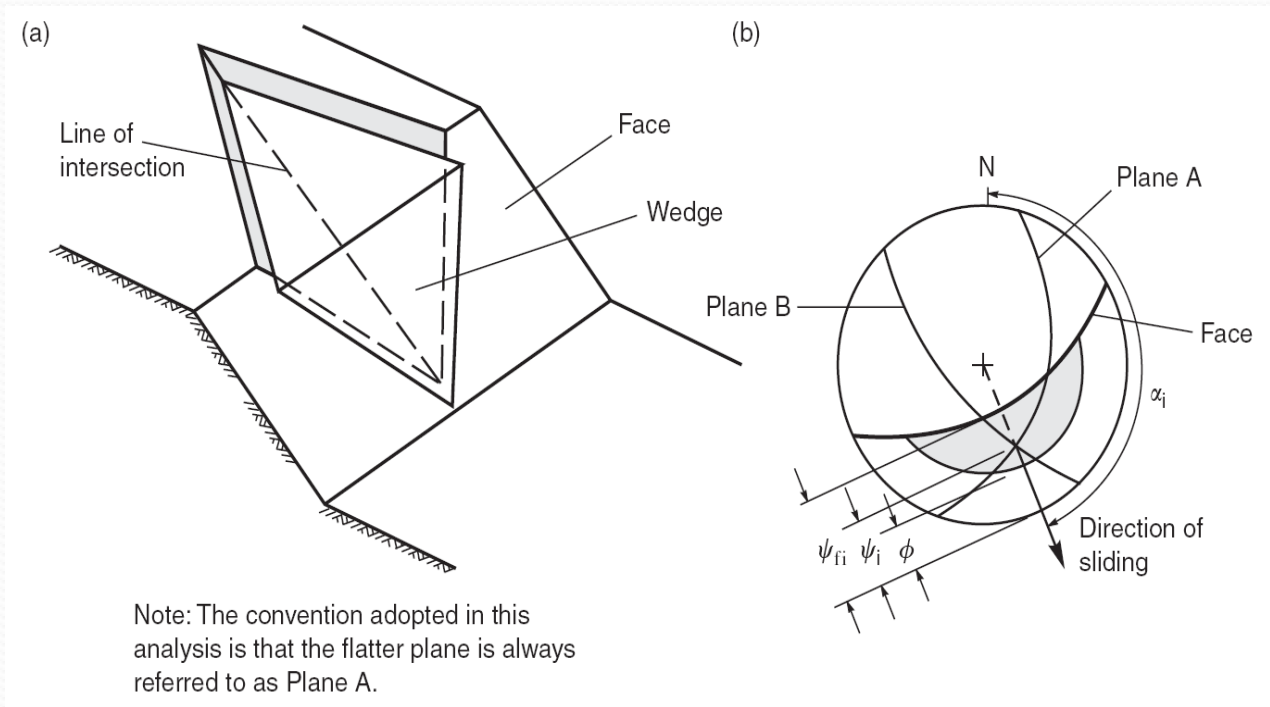


(f)



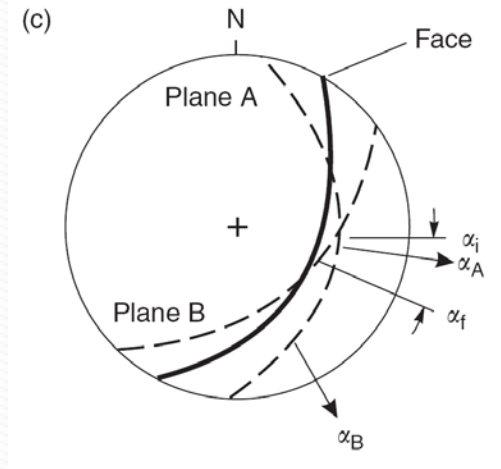
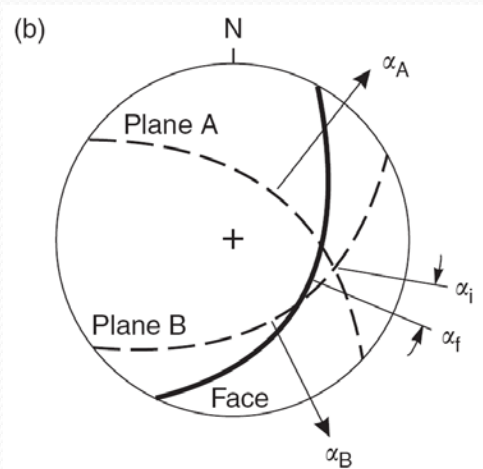
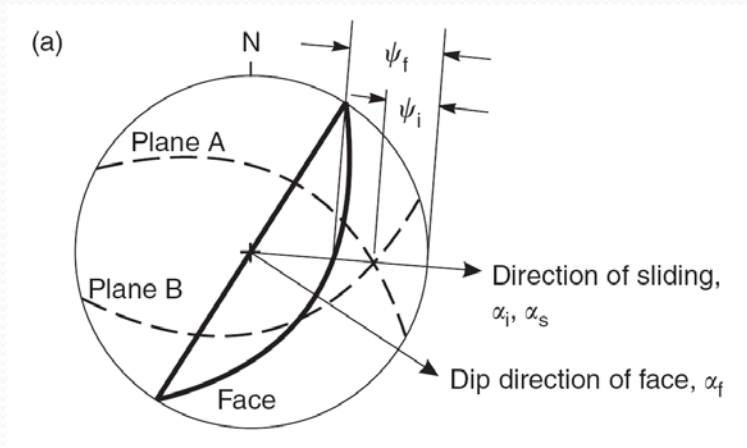
# Test Markland (1972)

Σύμφωνα με το test Markland , αν η τομή των δύο επιφανειών που ορίζουν τη βραχοσφήνα εντοπίζεται εντός της περιοχής που ορίζεται από τον μέγιστο κύκλο της επιφάνειας του πρανούς και τον κώνο που απέχει από την περίμετρο του δίκτυου απόσταση  $\phi$ , τότε υπάρχει δυνατότητα εκδήλωσης ολίσθησης της βραχοσφήνας.

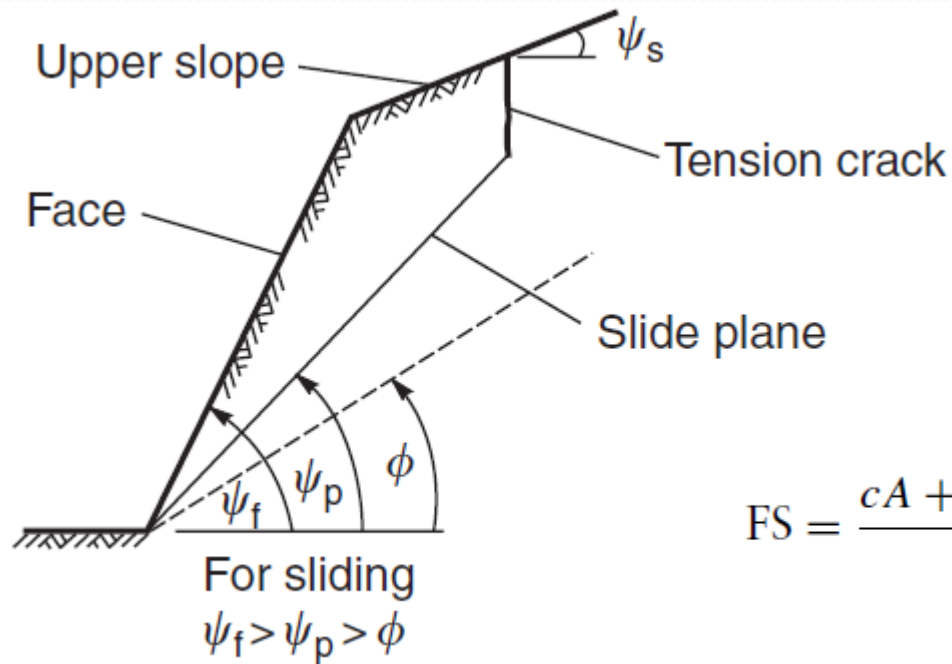


# Βελτίωση Hocking (1976)

Σύμφωνα με τη βελτίωση του Hocking, αν η διεύθυνση κλίσης μιας εκ των δύο επιφανειών που ορίζουν τη βραχοσφήνα βρίσκεται εντός της γωνίας που ορίζεται από τη διεύθυνση κλίσης του άξονα της βραχοσφήνας και τη διεύθυνση κλίσης του πρανούς, τότε η ολίσθηση δε θα λάβει χώρα κατά τη διεύθυνση του άξονα, αλλά κατά τη διεύθυνση κλίσης της συγγεγραμμένης επιφάνειας.



# Προσδιορισμός συντελεστή ασφαλείας σε επίπεδη ολίσθηση



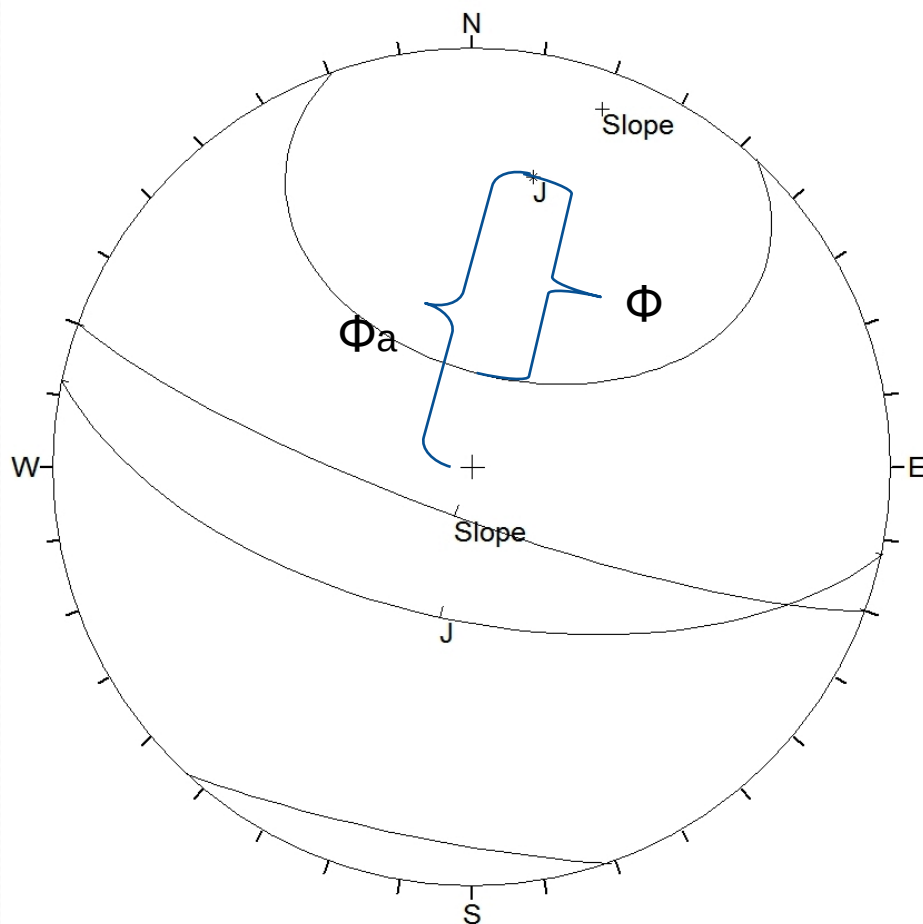
$$FS = \frac{\text{Resisting force}}{\text{Driving force}}$$

$$FS = \frac{cA + (W \cos \psi_p - U - V \sin \psi_p) \tan \phi}{W \sin \psi_p + V \cos \psi_p}$$

Πραγματοποιείται ανάλυση δυνάμεων σε δυναμοπολύγωνο προσανατολισμένο παράλληλα στην επιφάνεια ολίσθησης.



# Άσκηση Α



## Orientations

| ID | Dip / Direction |
|----|-----------------|
| 1  | 80 / 200        |
| 2  | 60 / 192        |

$$SF = \frac{\varepsilon\phi\Phi}{\varepsilon\phi\Phi a} = \frac{\varepsilon\phi 42}{\varepsilon\phi 60} = 0,52$$

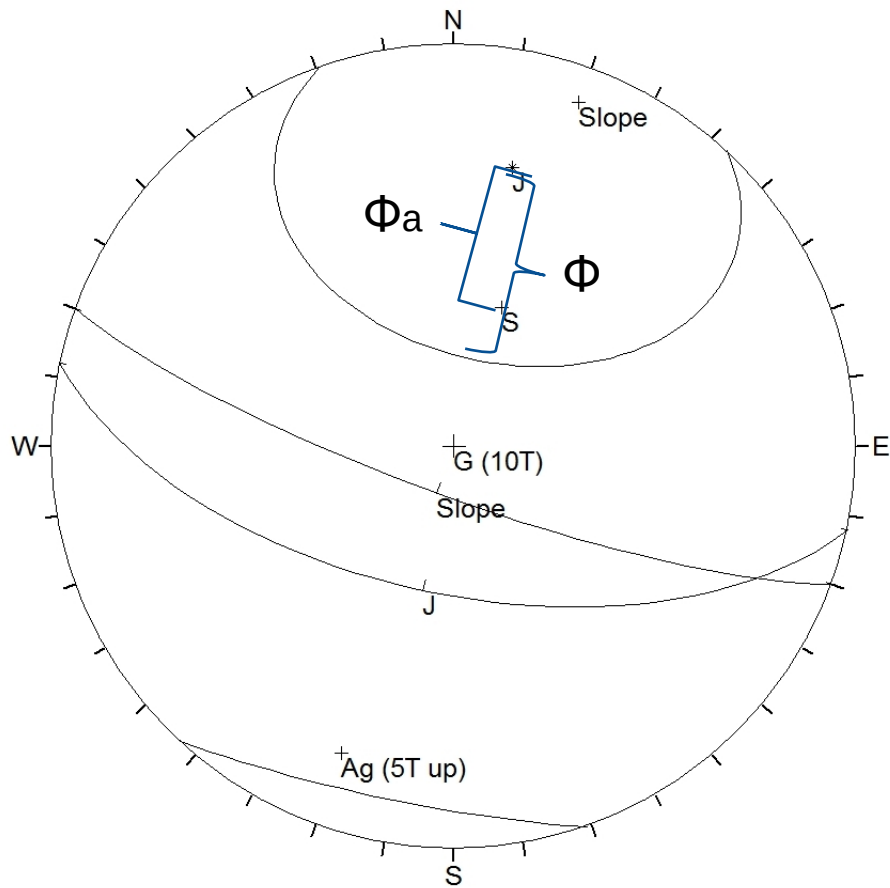
Όταν δρα μόνο το βάρος

$$SF = \frac{\varepsilon\phi\Phi}{\varepsilon\phi\beta} = \frac{\varepsilon\phi 42}{\varepsilon\phi 60} = 0,52$$

---

Equal Area  
Lower Hemisphere  
0 Poles  
0 Entries



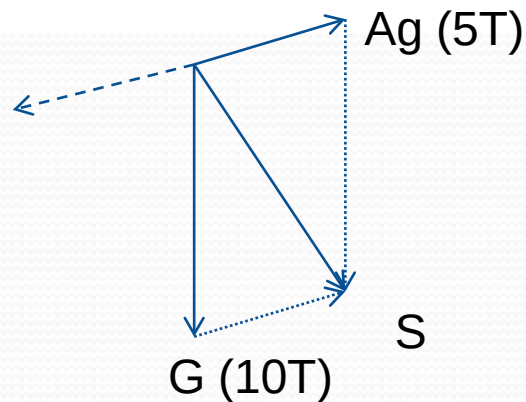


#### Orientations

| ID | Trend / Plunge |
|----|----------------|
| 1  | 020 / 10       |
| 2  | 012 / 30       |
| 3  | 200 / 20       |
| 4  | 090 / 90       |
| 6  | 019 / 60       |

$$SF = \frac{\varepsilon\phi\Phi}{\varepsilon\phi\Phi_a} = \frac{\varepsilon\phi 42}{\varepsilon\phi 30} = 1,56$$

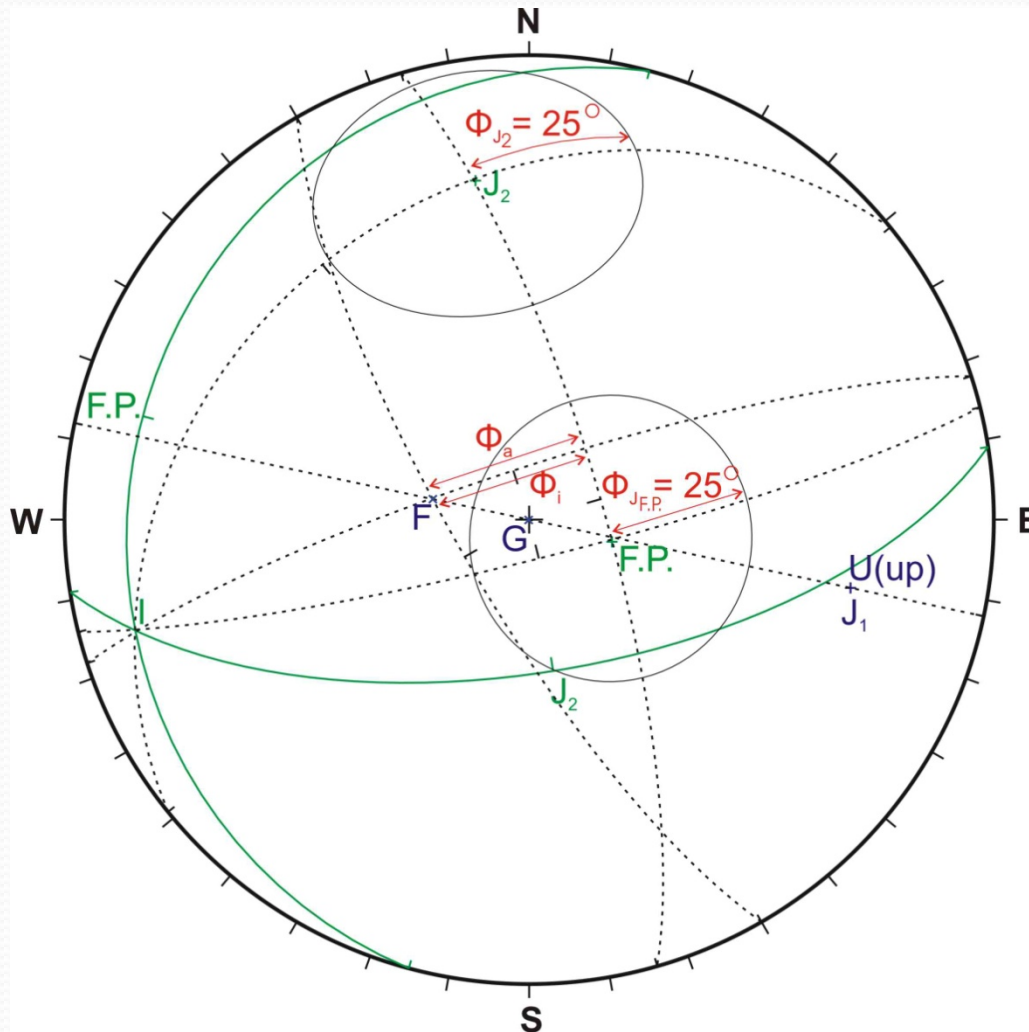
Equal Area  
Lower Hemisphere  
0 Poles  
0 Entries



$$Fo\lambda = \sqrt{10^2 + 5^2 + 2 * 10 * 5 \sin \nu 110} = 9.53$$

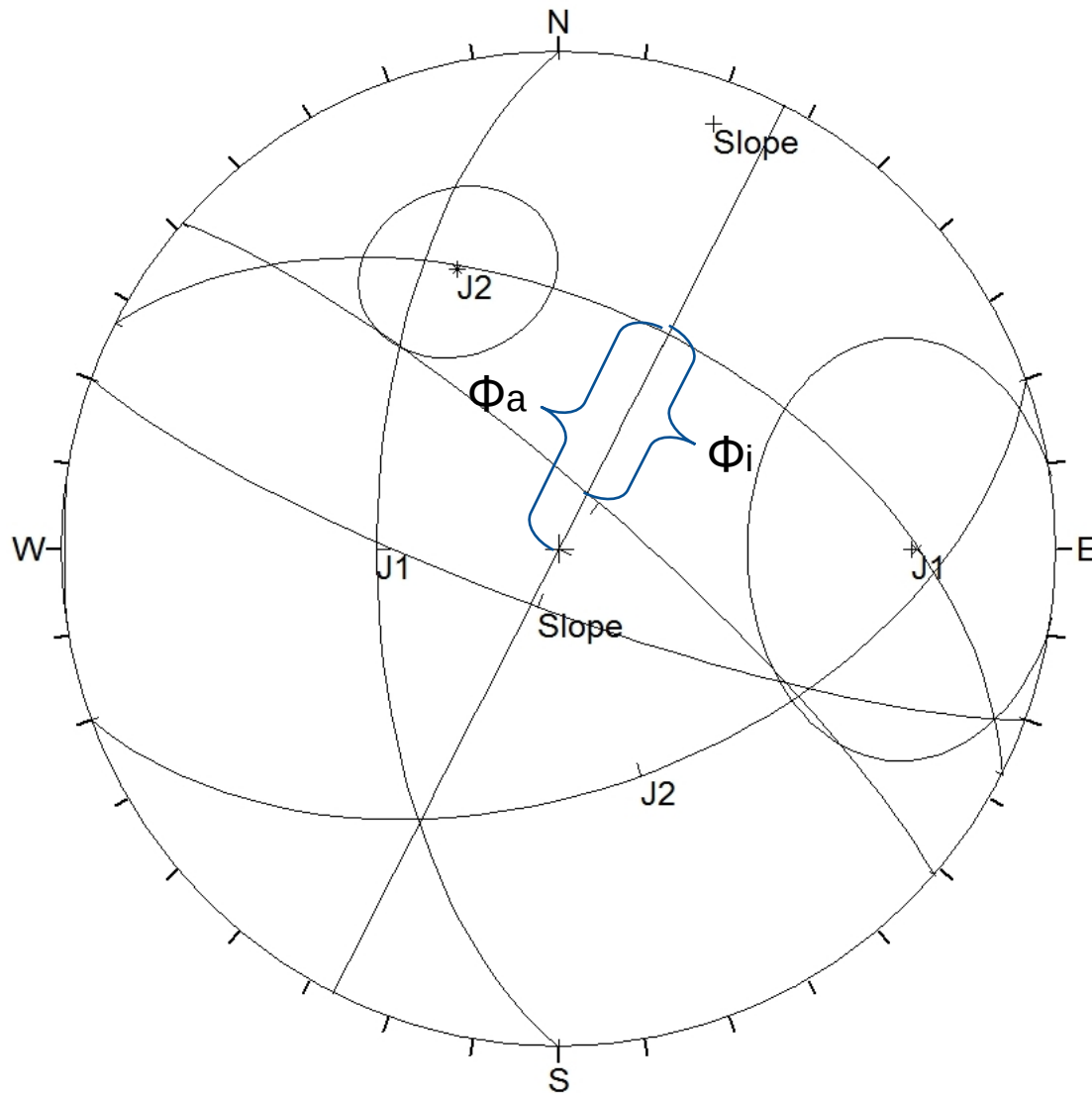
$$\varepsilon\phi\theta = \frac{5 * \eta\mu 110}{10 + 5 \sin \nu 110} = 0,567 \Rightarrow \theta \approx 30^\circ$$

# Προσδιορισμός συντελεστή ασφαλείας σε σφηνοειδή ολίσθηση



$$SF = \frac{\varepsilon \varphi \Phi_i}{\varepsilon \varphi \Phi a}$$

# Άσκηση Β



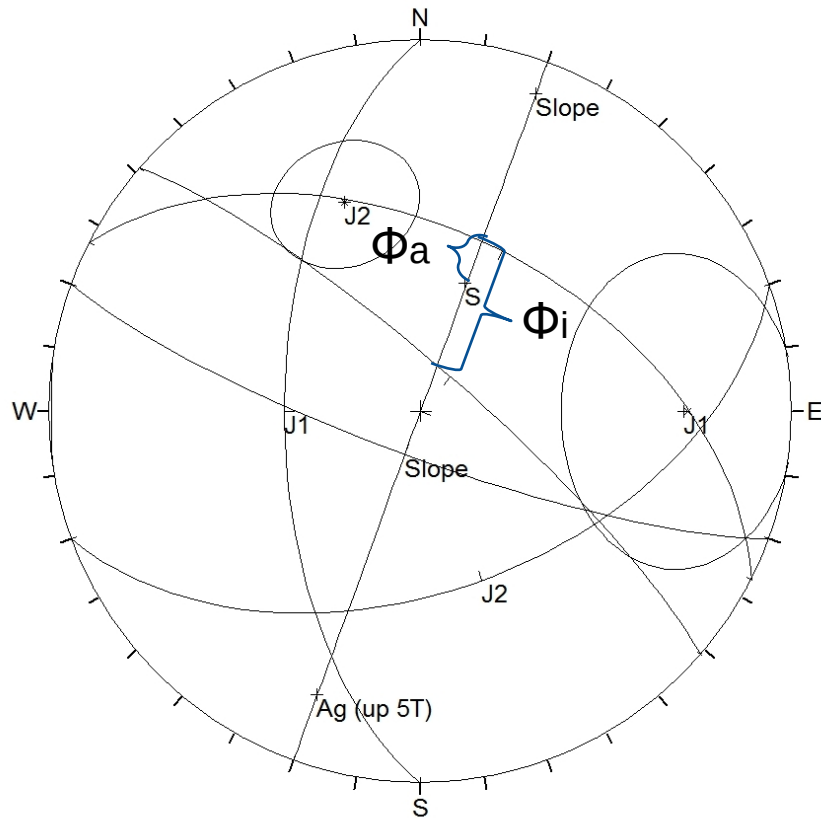
## Orientations

| ID | Dip / Direction |
|----|-----------------|
| 1  | 80 / 200        |
| 2  | 60 / 270        |
| 3  | 50 / 160        |
| 4  | 50 / 027        |
| 5  | 80 / 041        |
| 6  | 90 / 297        |

$$SF = \frac{\varepsilon \phi \Phi_i}{\varepsilon \phi \Phi_a} = \frac{\varepsilon \phi 30}{\varepsilon \phi 39} = 0,71$$

---

Equal Area  
Lower Hemisphere  
0 Poles  
0 Entries

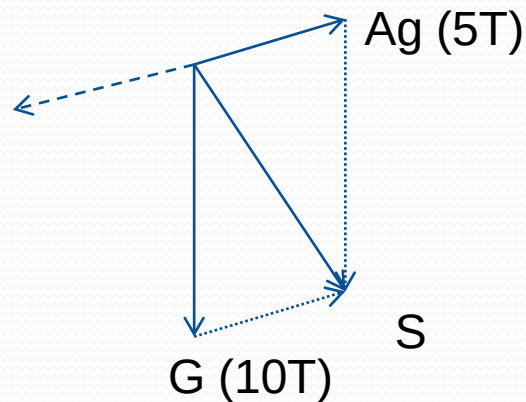


#### Orientations

| ID | Trend / Plunge |
|----|----------------|
| 1  | 020 / 10       |
| 2  | 090 / 30       |
| 3  | 340 / 40       |
| 4  | 207 / 40       |
| 5  | 221 / 10       |
| 6  | 200 / 20       |
| 7  | 110 / 00       |
| 8  | 019 / 60       |

$$SF = \frac{\varepsilon\phi\Phi_i}{\varepsilon\phi\Phi_a} = \frac{\varepsilon\phi 30}{\varepsilon\phi 11} = 2,97$$

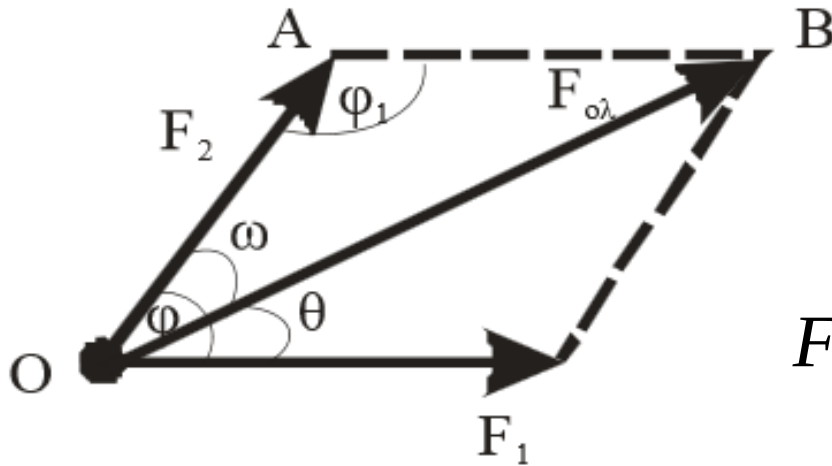
Equal Area  
Lower Hemisphere  
0 Poles  
0 Entries



$$Fo\lambda = \sqrt{10^2 + 5^2 + 2 * 10 * 5 \sin \nu 110} = 9.53$$

$$\varepsilon\phi\theta = \frac{5 * \eta\mu 110}{10 + 5 \sin \nu 110} = 0,567 \Rightarrow \theta \approx 30^\circ$$

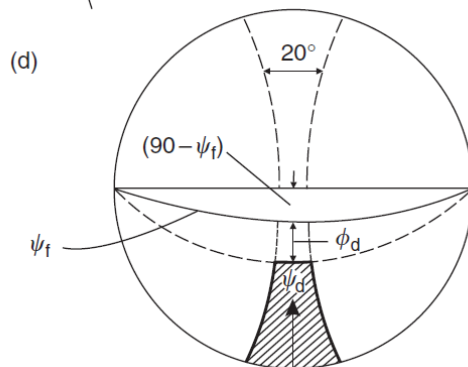
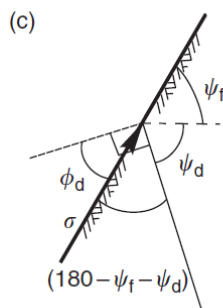
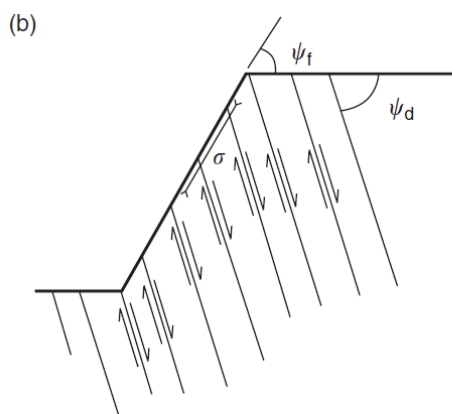
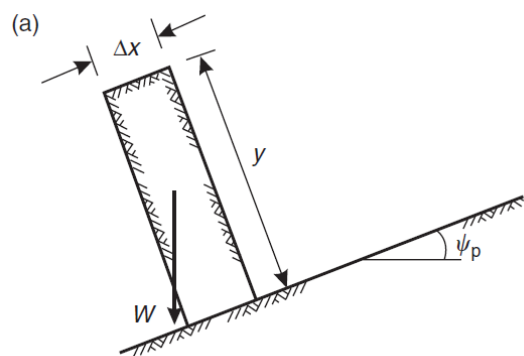
# Σύνθεση δυνάμεων σε δυναμοπολύγωνο



$$F_{ολ} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 F_2 \cos \phi}$$

$$\varepsilon \phi \theta = \frac{F_2 \cdot \eta \mu \phi}{F_1 + F_2 \cdot \sigma \upsilon \nu \phi}$$

# Προσδιορισμός συντελεστή ασφαλείας σε ανατροπή



Οι πόλοι των ασυνεχειών που εντοπίζονται εντός της σκιαγραφημένης περιοχής εμφανίζουν πιθανότητα εκδήλωσης ανατροπής.

Εκδήλωση αστοχίας όταν:

$$\psi_d \geq (90 - \psi_f) + \phi_d$$

ή

$$(180 - \psi_f - \psi_d) \geq (90 - \phi_d)$$

Όπου:

$\Phi_d$ : γωνία τριβής

$\Psi_f$ : κλίση του πρανούς

$\Psi_d$ : κλίση των ασυνεχειών που διαμορφώνουν τα ανατρεπόμενα τεμάχια.