

**8. Υπολογισμός Α.Υ. επαφής σε τυχαία θέση:
Το «πρόβλημα» της γεώτρησης**



1. Γενικά	78
2. Γεώτρηση σε απλά κεκλιμένα στρώματα	78
3. Γεώτρηση σε διερρηγμένα στρώματα	81
4. Γεώτρηση σε ασύμφωνα στρώματα	82

1. Γενικά

Η γεωμετρία των γεωλογικών σχηματισμών, όπως αυτή αποτυπώνεται στο γεωλογικό χάρτη μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε το απόλυτο υψόμετρο στο οποίο αναμένεται να βρίσκεται μια επαφή (αλλά και ένας στρωματογραφικός ορίζοντας, η επιφάνεια ενός ρήγματος, κλπ.) σε οποιαδήποτε θέση στο χάρτη. Στις περιπτώσεις μάλιστα όπου μπορούμε να δουλέψουμε με παρατάξεις, η εκτίμηση του Α.Υ. είναι ιδιαίτερα ακριβής. Και αυτό διότι, από τη στιγμή που γνωρίζουμε τη θέση μίας παράταξης και την ισοδιάσταση (d) των παρατάξεων, μπορούμε να φέρουμε οποιαδήποτε παράταξη σε οποιοδήποτε σημείο του χάρτη.

2. Γεώτρηση σε απλά κεκλιμένα στρώματα

Με το πρόβλημα της «γεώτρησης» ουσιαστικά υπολογίζουμε το βάθος στο οποία μια κατακόρυφη γεώτρηση, σε δεδομένη θέση στο χάρτη, θα συναντήσει κάποια (ή κάποιες) επαφή (ή επαφές). Ή διατυπωμένο αλλιώς: τι θα συναντήσει και σε τι βάθος μια κατακόρυφη γεώτρηση σε δεδομένη θέση?

Η διαδικασία έχει ως εξής: Στο σημείο του χάρτη που μας ενδιαφέρει φέρνουμε μια παράταξη της επαφής που εξετάζουμε. Με άλλα λόγια φέρνουμε μια «ανώνυμη» παράταξη που να διέρχεται από το σημείο που μας ενδιαφέρει. Η «ανώνυμη» αυτή παράταξη θα είναι παράλληλη στις γνωστές παρατάξεις της επαφής που μας ενδιαφέρει να βρούμε το Α.Υ. Γνωρίζοντας την ισοδιάσταση των παρατάξεων (d), μπορούμε εύκολα να κάνουμε την εξής αναγωγή:

$$A.Y.Z = A.Y.A \pm (x/d) \cdot I$$

{8-1}

όπου

A.Y.Z: το υψόμετρο της ζητούμενης («ανώνυμης») παράταξης

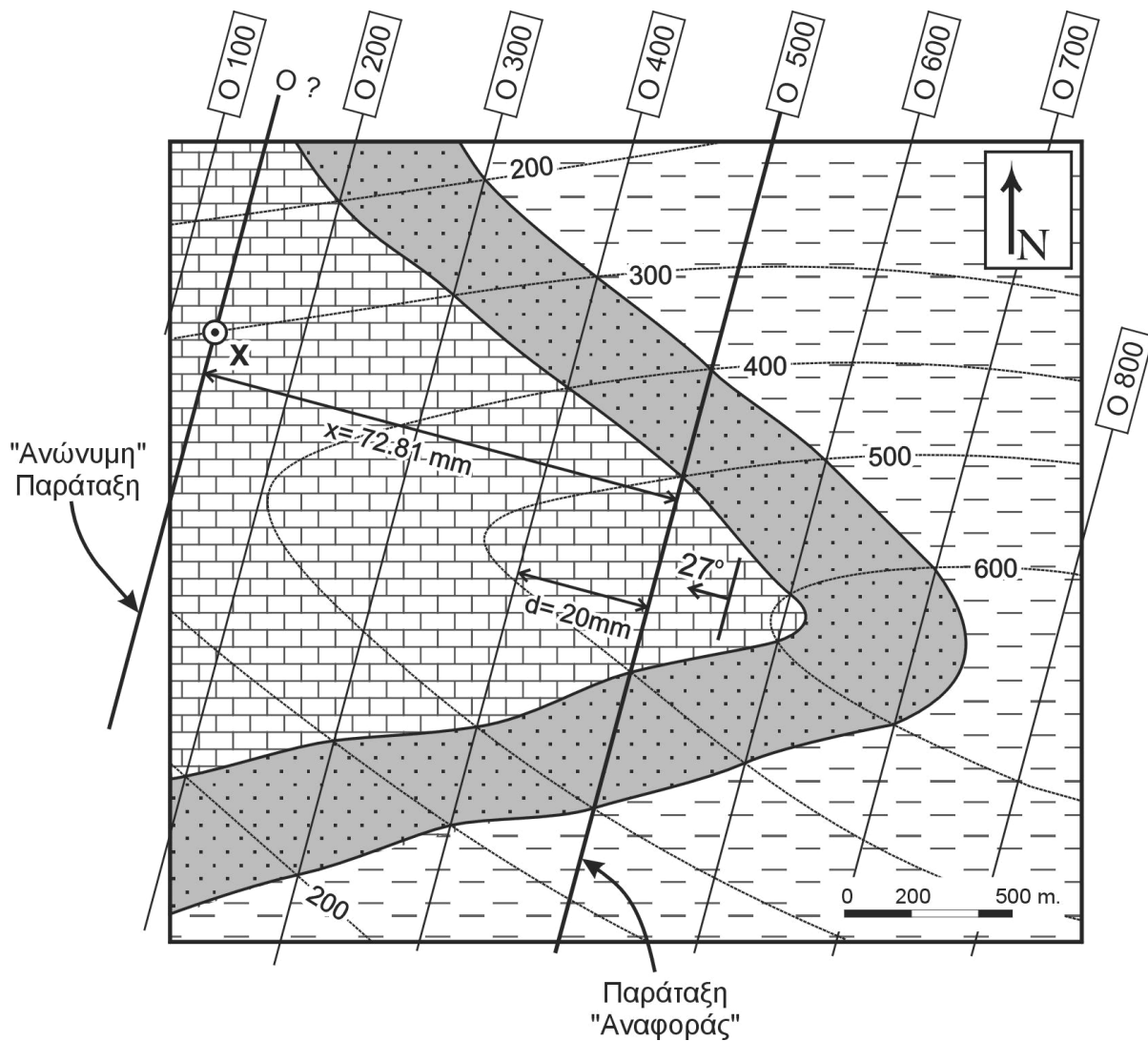
A.Y.A: το υψόμετρο μιας γνωστής παράταξης της συγκεκριμένης επαφής

x: η κάθετη απόσταση μεταξύ της γνωστής και της ζητούμενης παράταξης

d: ισοδιάσταση παρατάξεων

I: υψομετρική διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών παρατάξεων

±: θετικό πρόσημο αν κινούμαστε αντίθετα με τη φορά κλίσης, αρνητικό πρόσημο αν κινούμαστε προς αυτή)



ΕΙΚΟΝΑ 8-1. Χάρτης που απεικονίζει τις εμφανίσεις τριών στρωμάτων (ασβεστόλιθος, ψαμμίτης, ιλυόλιθος) σε μια περιοχή ομαλού αναγλύφου. Τα στρώματα έχουν στοιχεία $27^\circ/285^\circ$. Φαίνονται επίσης όλες οι «ακέραιες» παρατάξεις οροφής του ψαμμίτη (O 100, O 200, κλπ.). Για να βρούμε το Α.Υ. της οροφής του ψαμμίτη στη θέση X φέρνουμε μια «ανώνυμη» παρατάξη (O?). Στη συνέχεια υπολογίζουμε την τιμή της από τον τύπο 8-1. και η οποία είναι 136 m. Άρα, αν γίνει γεώτρηση σε αυτό το σημείο, θα συναντήσει την οροφή του ψαμμίτη σε βάθος 164 m. (ΑΥΓ-ΑΥΕ=300-136=164 m). Εννοείται ότι μπορούμε να λάβουμε οποιαδήποτε παρατάξη ως «παρατάξη αναφοράς» και ανάλογα να υπολογίσουμε την τιμή της «ανώνυμης παρατάξης» η οποία θα πρέπει να είναι βέβαια η ίδια, ανεξάρτητα από ποια παρατάξη έχουμε χρησιμοποιήσει ως αφετηρία.

ΑΣΚΗΣΗ 8.1.

Α. Υπολογίστε το βάθος στο που θα συναντήσει το δάπεδο του ψαμμίτη μια γεώτρηση στη θέση X του χάρτη της Εικ. 8-1.

Β. Τι θα συναντήσει μια γεώτρηση που θα γίνει στη ΒΔ γωνία του χάρτη?

Γ. Τι θα συναντήσει μια γεώτρηση που θα γίνει στη ΝΑ γωνία του χάρτη?

Το βάθος hy που θα συναντήσει η γεώτρηση την επαφή δίνεται από τον τύπο:

$$hy = A.Y.G - A.Y.Z \quad \{8-2\}$$

όπου

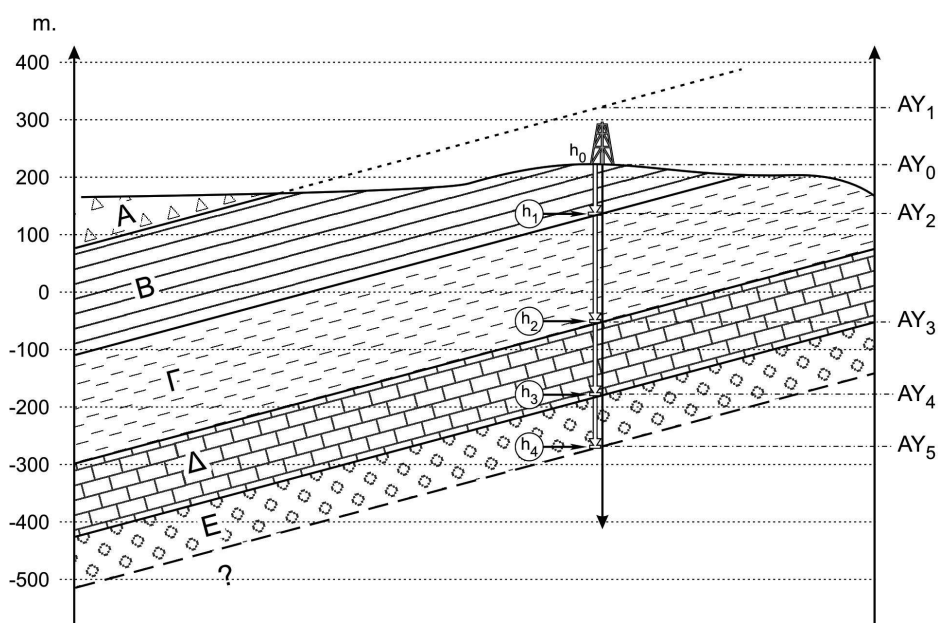
$A.Y.G$: απόλυτο υψόμετρο θέσης γεώτρησης

$A.Y.Z$: απόλυτο υψόμετρο παράταξης που διέρχεται από τη θέση της γεώτρησης

Ευνόητο είναι ότι αν η παραπάνω τιμή είναι αρνητική, τότε η επαφή που αναζητούμε είναι «στον αέρα», δηλαδή «βρίσκεται» σε υψόμετρο μεγαλύτερο από αυτό της θέσης της γεώτρησης. Και λέμε «βρίσκεται» εντός εισαγωγικών διότι αρνητικό « hy » σημαίνει ότι είτε η επαφή έχει διαβρωθεί στη θέση που εξετάζουμε.

Το συγκεκριμένο πρόβλημα λύνεται με εφαρμογή των παραπάνω τύπων για όσες επαφές χρειαστεί. Αν μας ζητηθεί να προσδιορίσουμε συνολικά το τι θα συναντήσει μια γεώτρηση σε δεδομένη θέση, εργαζόμαστε διαδοχικά για κάθε επαφή, αρχίζοντας από τις νεώτερες. Τα αποτελέσματα δίνονται όπως φαίνεται στον Πίνακα που συνοδεύει την εικόνα 8-2.

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Γεώτρηση που τοποθετείται στην περιοχή εμφάνισης ενός στρώματος δε θα συναντήσει την οροφή του, ούτε επαφές ή στρώματα νεώτερα από αυτό, ΕΚΤΟΣ εάν η στρωματογραφική ακολουθία είναι ανεστραμμένη, π.χ. στο ανεστραμμένο σκέλος μιας πτυχής (Εικ. 8-2).



Κατακόρυφη Γεώτρηση στο σημείο "X"
Απόλ.Υψόμ. Γεώτρησης (Α.Υ.₀): 120

Α.Υ.	Βάθος	Σχόλια
(ΑΥ ₀) 220	(h ₀) 0	Αρχή Γεώτρησης
	Από h ₀ έως h ₁	Στρώμα Β
(ΑΥ ₂) 135	(h ₁) 65	Επαφή Β/Γ
	Από h ₁ έως h ₂	Στρώμα Γ
(ΑΥ ₃) -50	(h ₂) 270	Επαφή Γ/Δ
	Από h ₂ έως h ₃	Στρώμα Δ
(ΑΥ ₄) -185	(h ₃) 405	Επαφή Δ/Ε
(ΑΥ ₅) -270	Από h ₃ έως h ₄	Στρώμα Ε (αρχαιότερο, άγνωστο δάπεδο)
	h ₄ 490	

Σημείωση: ΑΥ₁ > ΑΥ₀ ==> δε συναντά η γεώτρηση την επαφή Α/Β

ΕΙΚΟΝΑ 8-2. Σχηματική απεικόνιση κατακόρυφης γεώτρησης σε απλά κεκλιμένα στρώματα και συνοδευτικός πίνακας. Η γεώτρηση έχει τοποθετηθεί σε Α.Υ. 120, στο στρώμα Β (αργ. σχίστες), το οποίο υπόκειται του Α (λατυποπαγή), τα οποία δε θα συναντήσει.

3. Γεώτρηση σε διερρηγμένα στρώματα

Στην περίπτωση που μας ζητείται να πραγματοποιήσουμε γεώτρηση τοποθετημένη σε τέμαχος ενός ρήγματος, εργαζόμαστε όπως και στα απλά κεκλιμένα στρώματα, λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη την επίδραση του ρήγματος στην περιοχή. Συγκεκριμένα:

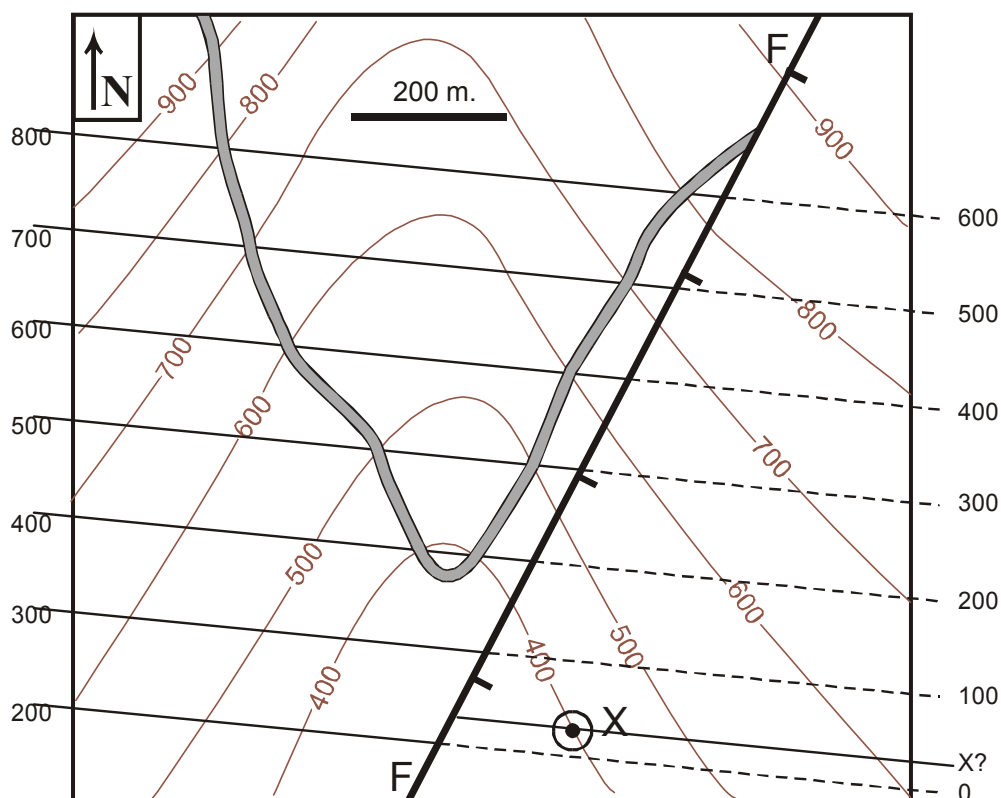
Αν η γεώτρηση έχει τοποθετηθεί σε διαφορετικό ρηξιτέμαχος από αυτό από το οποίο λαμβάνουμε την τιμή της παράταξης αναφοράς (δηλαδή αν παρεμβάλλεται το ρήγμα μεταξύ της γεώτρησης και της επαφής από την οποία παίρνουμε τιμές παρατάξεων) τότε θα πρέπει να συνυπολογιστεί η επίδραση του ρήγματος.

Αν το ρήγμα είναι ανάστροφο και η γεώτρηση γίνεται στο υπερκείμενο τέμαχος και κοντά στο ρήγμα υπάρχει περίπτωση να συναντηθεί η ίδια επαφή δύο φορές (Εικ. 8-3) (Σημ.: τέτοια περίπτωση δεν υπάρχει όταν το ρήγμα είναι κανονικό.)

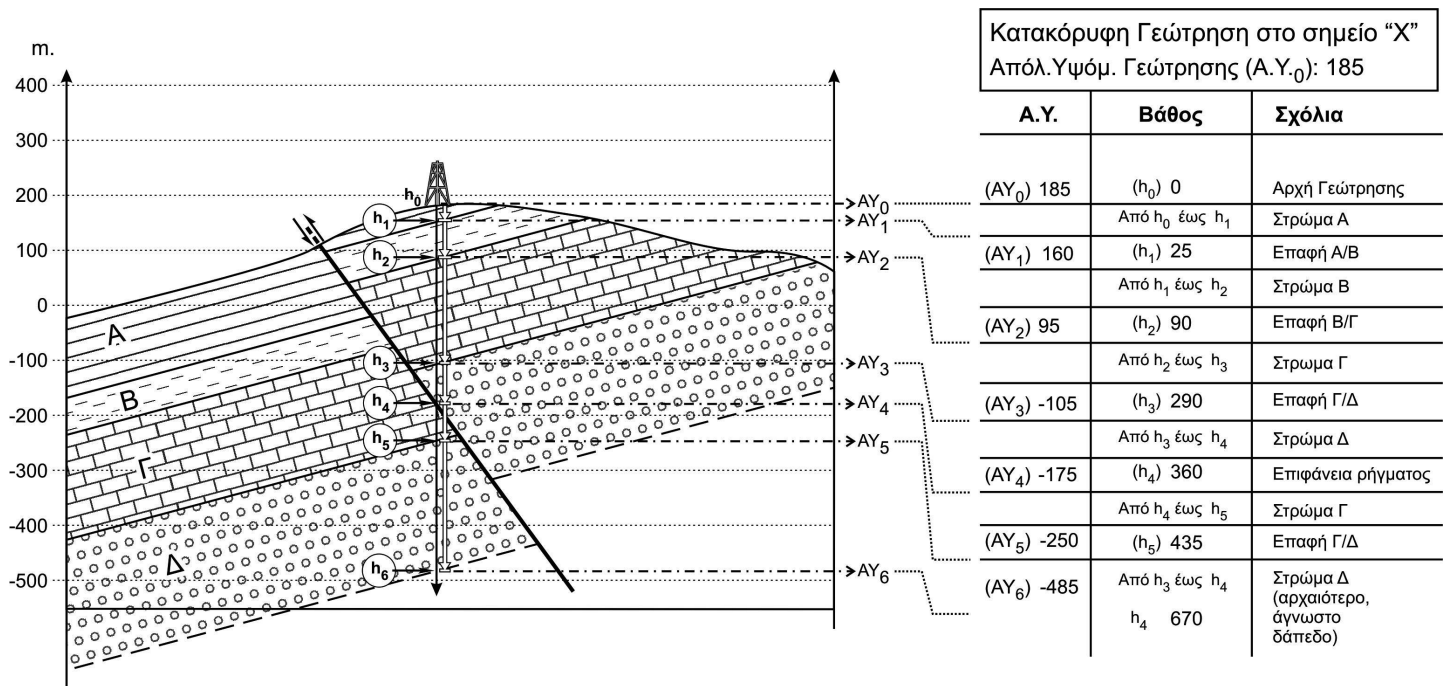
ΑΣΚΗΣΗ 8.2.

Α. Υπολογίστε το βάθος που θα συναντήσει το λιγνιτικό ορίζοντα της Εικ. 8-3 η γεώτρηση στη θέση Χ.

Β. Κατασκευάστε γ.τ. διεύθυνσης N20W, η οποία να διέρχεται από τη θέση της γεώτρησης.



ΕΙΚΟΝΑ 8-3. Γεωλογικός χάρτης περιοχής στην οποία ένα κατακόρυφο ρήγμα έχει διαρρήξει έναν λιγνιτικό ορίζοντα. Το ρήγμα έχει φαινόμενο κατακόρυφο άλμα 200μ, έχοντας κατεβάσει το ανατολικό τέμαχος (η οδόντωση στο ρήγμα δείχνει το κατεβασμένο τέμαχος). Για να υπολογίσουμε το βάθος στο οποίο μια γεώτρηση στο σημείο Χ θα συναντήσει το λιγνιτικό ορίζοντα παίρνουμε τις παρατάξεις που έχουμε φέρει με βάση το ίχνος του ορίζοντα στο δυτικό τέμαχος ΚΑΙ συνυπολογίζουμε το $\Phi.K.A.$ του ρήγματος. Αυτό σημαίνει ότι η παράταξη, π.χ. των 500 του δυτικού τεμάχους, προεκτεινόμενη στο ανατολικό παίρνει την τιμή 300. Άρα η τιμή της «ανώνυμης» παράταξης (X?) που διέρχεται από το σημείο Χ θα πρέπει να υπολογιστεί με βάση τις τιμές των παρατάξεων για το ανατολικό τέμαχος.

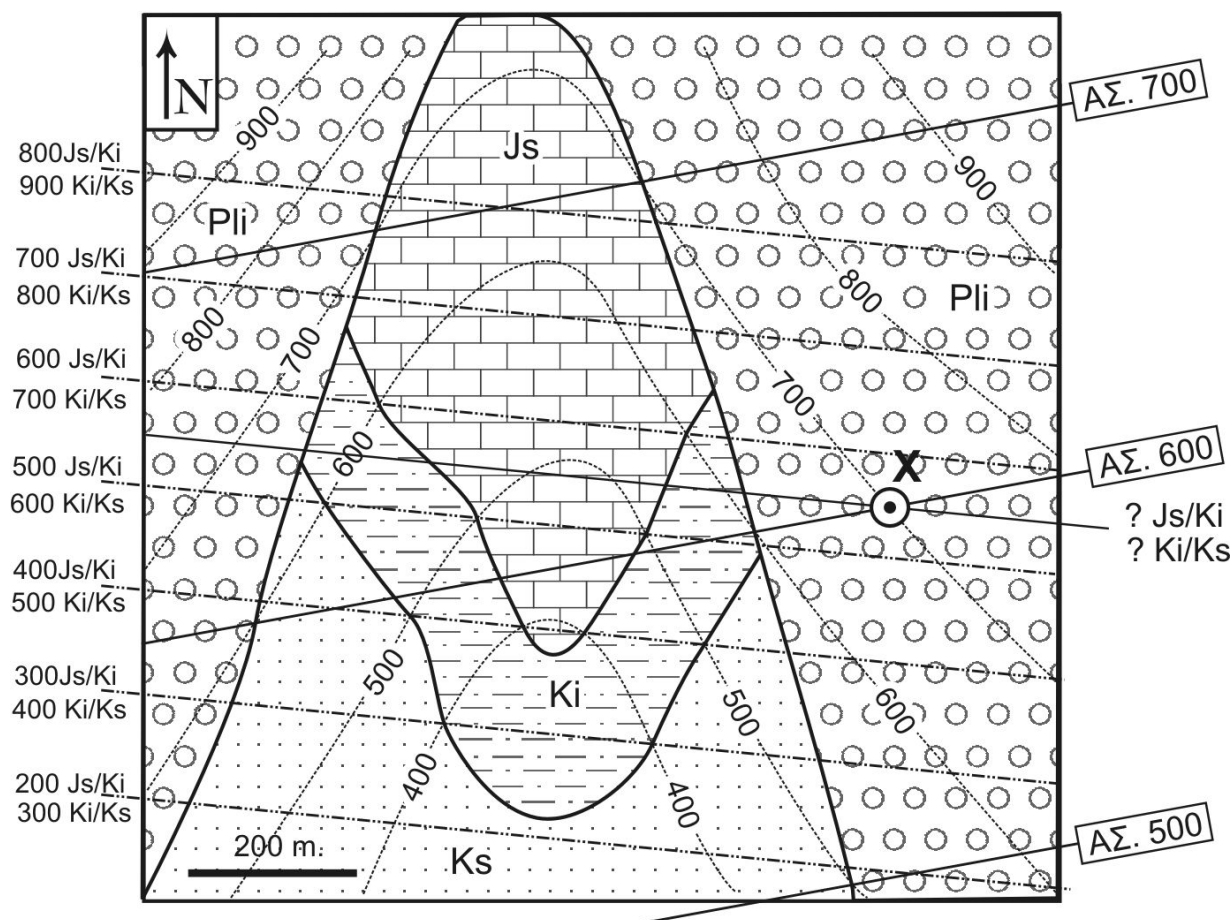


ΕΙΚΟΝΑ 8-4. Σχηματική απεικόνιση κατακόρυφης γεώτρησης σε στρώματα διερρηγμένα από ανάστροφο ρήγμα και ο συνοδευτικός της πίνακας. Η γεώτρηση έχει τοποθετηθεί σε Α.Υ. 120m, στην οροφή του ρήγματος και σε θέση τέτοια ώστε να συναντήσει την επαφή Γ/Δ δύο φορές (μία στο υπερκείμενο και μία στο υποκείμενο τέμαχος).

4. Γεώτρηση σε ασύμφωνα στρώματα

Στην περίπτωση γεώτρησης σε περιοχή με γωνιώδη ασυμφωνία μπορούν να διακριθούν δύο περιπτώσεις: (i) η θέση της γεώτρησης βρίσκεται στην περιοχή εμφάνισης των στρωμάτων της κατώτερης ακολουθίας και (ii) η θέση της γεώτρησης βρίσκεται πάνω στα στρώματα της ανώτερης ακολουθίας. Στην πρώτη περίπτωση το πρόβλημα ανάγεται σε αυτό της γεώτρησης σε απλά κεκλιμένα στρώματα. Στη δεύτερη όμως το εάν και ποιες επαφές της κατώτερης σειράς θα συναντήσουμε σε βάθος εξαρτάται από το Α.Υ. της βάσης της ανώτερης σειράς κάτω από τη θέση της γεώτρησης.

Συγκεκριμένα. Έστω περιοχή στην οποία εμφανίζονται δύο ακολουθίες στρωμάτων, ασύμφωνες μεταξύ τους (Εικ. 8-5). Η κατώτερη αποτελείται από τα Js (αρχαιότερο), Kι, και Ks και η νεώτερη από το Plι (το δάπεδο του Ms ταυτίζεται με τη βάση της ασυμφωνίας). Η γεώτρηση έχει τοποθετηθεί στο σημείο X, σε Α.Υ.= 700, σε περιοχή όπου καλύπτεται από το Plι, που ανήκει στην ανώτερη ακολουθία.



ΕΙΚΟΝΑ 8-5 Γεωλογικός χάρτης που απεικονίζει περιοχή εμφάνισης ασύμφωνων στρωμάτων. Η κατώτερη ακολουθία (Js, Ki, Ks) υπόκειται των ασύμφωνα τοποθετημένων κροκαλοπαγών (Pli).

Εργαζόμαστε ως εξής:

1. Προσδιορίζουμε το βάθος της επιφάνειας ασυμφωνίας στη θέση της γεώτρησης. Στην προκειμένη περίπτωση από τη θέση X διέρχεται η παράταξη των 600 της ασυμφωνίας, οπότε το ζητούμενο βάθος h_y θα είναι:

$$h_y = A.Y.G. - A.Y.A.S. = 700 - 600 = 50 \text{ m.}$$

όπου

A.Y.G.: Απόλυτο Υψόμετρο Γεώτρησης

A.Y.A.S.: Απόλυτο Υψόμετρο Ασυμφωνίας (στη θέση της γεώτρησης)

Προχωράμε τώρα στον υπολογισμό του Α.Υ. των επαφών της κατώτερης σειράς στη θέση της γεώτρησης, και, κατ' επέκταση, στο βάθος που αναμένουμε να τις συναντήσουμε.

Από το σημείο X δε διέρχεται καμία «ακέραια» παράταξη επαφών της κατώτερης σειράς, γι' αυτό φέρνουμε μια «ανώνυμη», της οποίας θα πρέπει να υπολογίσουμε την τιμή.

ΑΣΚΗΣΗ 8.3.

Α. Προσδιορίστε τι θα συναντήσει (και σε ποιο βάθος) μια γεώτρηση που θα γίνει στη νοτιοανατολική γωνία του χάρτη της εικόνας 8-4.

Β. Κατασκευάστε τη γεωλογική τομή κατά μήκος της ΒΔ-ΝΑ διαγωνίου του χάρτη.

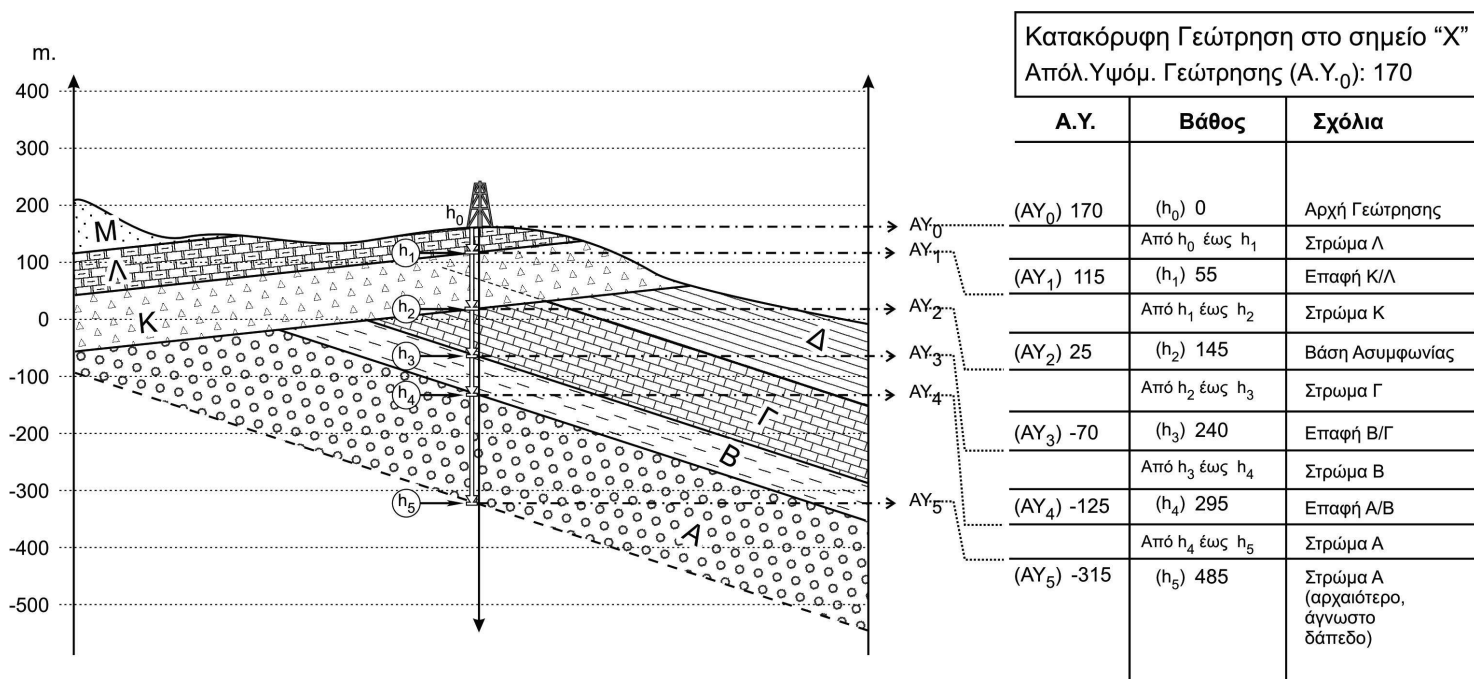
Γ. Ποιες οι φαινόμενες κλίσεις των στρωμάτων στη διεύθυνση της τομής?

Με βάση τα γνωστά, υπολογίζουμε ότι η «ανώνυμη» παράταξη για την επαφή Js/Ki παίρνει την τιμή 550 και για την επαφή Ki/Ks παίρνει την τιμή 650. Παρατηρούμε δηλαδή ότι η επαφή Ki/Ks στη θέση της γεώτρησης είναι σε υψόμετρο μεγαλύτερο από αυτό της επιφάνειας ασυμφωνίας, ενώ η Js/Ki σε χαμηλότερο. Αυτό σημαίνει ότι δε θα συναντήσουμε την επαφή Ki/Ks διότι αυτή έχει διαβρωθεί. Θα συναντήσουμε, όμως την Js/Ki και μάλιστα σε βάθος $700-550=150$ m.

Τα αποτελέσματα της παραπάνω διαδικασίας θα τα παρουσιάσουμε πινακοποιημένα, ως εξής:

Κατακόρυφη Γεώτρηση στο σημείο «Χ» Α.Υ. Γεώτρησης (Α.Υ. ₀) = 700 m.		
Α.Υ	Βάθος	Σχόλια
(Α.Υ. ₀) 700	(h ₀) 0	Αρχή Γεώτρησης
	Από h ₀ έως h ₁	Κροκαλοπαγή Κατ. Πλειοκαίνου (Pli)
(Α.Υ. ₁) 650	(h ₁) 50	Βάση Ασυμφωνίας
	Από h ₁ έως h ₂	Ιλυόλιθοι Κατωτ. Κρητιδικού (Ki)
(Α.Υ. ₁) 550	(h ₂) 150	Επαφή Js/Ki
	Από h ₂ έως ?	Ασβεστόλιθοι Αν. Ιουρασικού (Js): αρχαιότερο στρώμα, άγνωστο δάπεδο
Σημείωση: για την επαφή Ki/Ks: Α.Υ.(Ki/Ks) > Α.Υ.ΑΣ (650>600) → η γεώτρηση δε συναντά τη συγκεκριμένη επαφή.		

Στην εικόνα 8-6 παρουσιάζεται η συσχέτιση μιας γεωλογικής τομής με τα αποτελέσματα μιας γεώτρησης σε δεδομένη θέση.



ΕΙΚΟΝΑ 8-6 Γεωλογική τομή και η συσχέτισή της με τα αποτελέσματα γεώτρησης σε περιοχή στην οποία απαντούν ασύμφωνα στρώματα.