



Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung



BG BAU

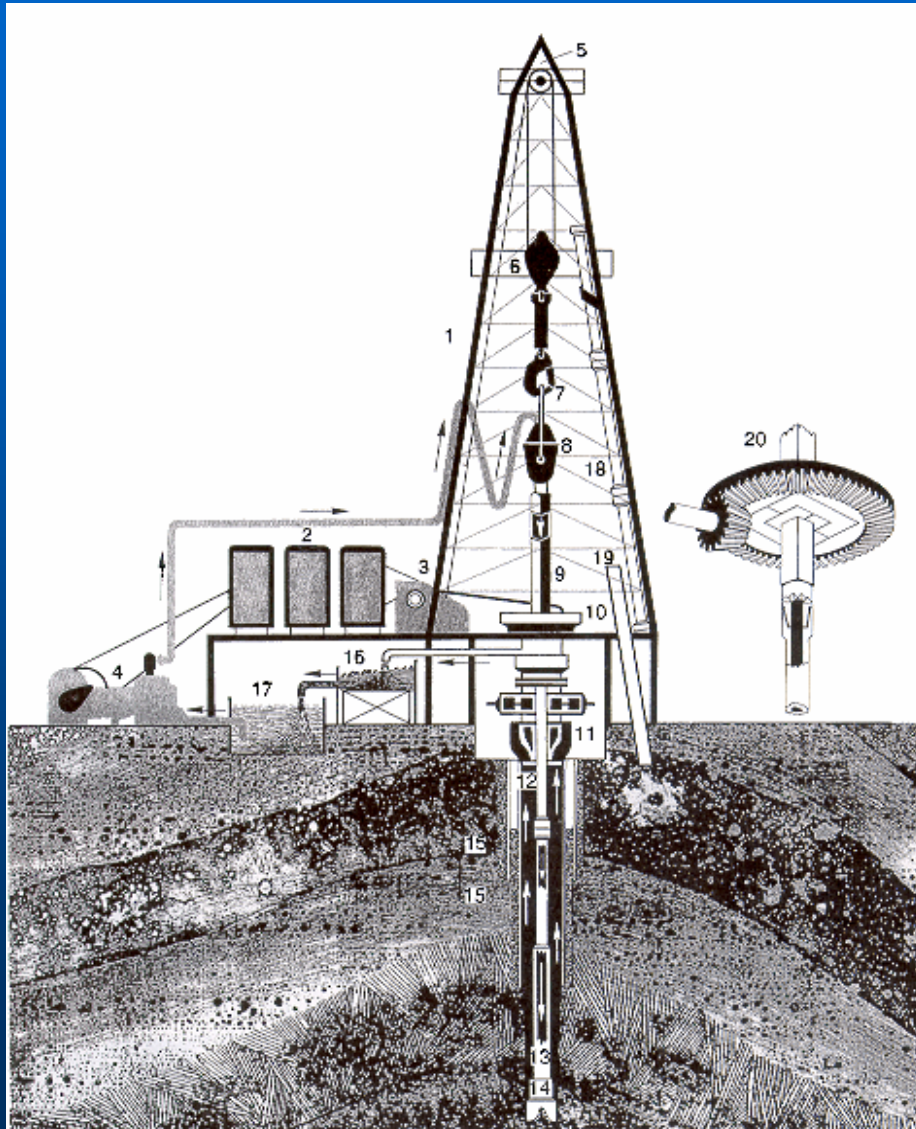


ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ

Ενδυνάμωση του Τμήματος Επιθεώρησης Εργασίας καθώς και του ευρύτερου δημόσιου τομέα και των ιδιωτικών επιχειρήσεων, με σκοπό τη βελτίωση των συνθηκών εργασίας στους τομείς των κατασκευών, των εξορυκτικών βιομηχανιών και των λιμενικών εργασιών.

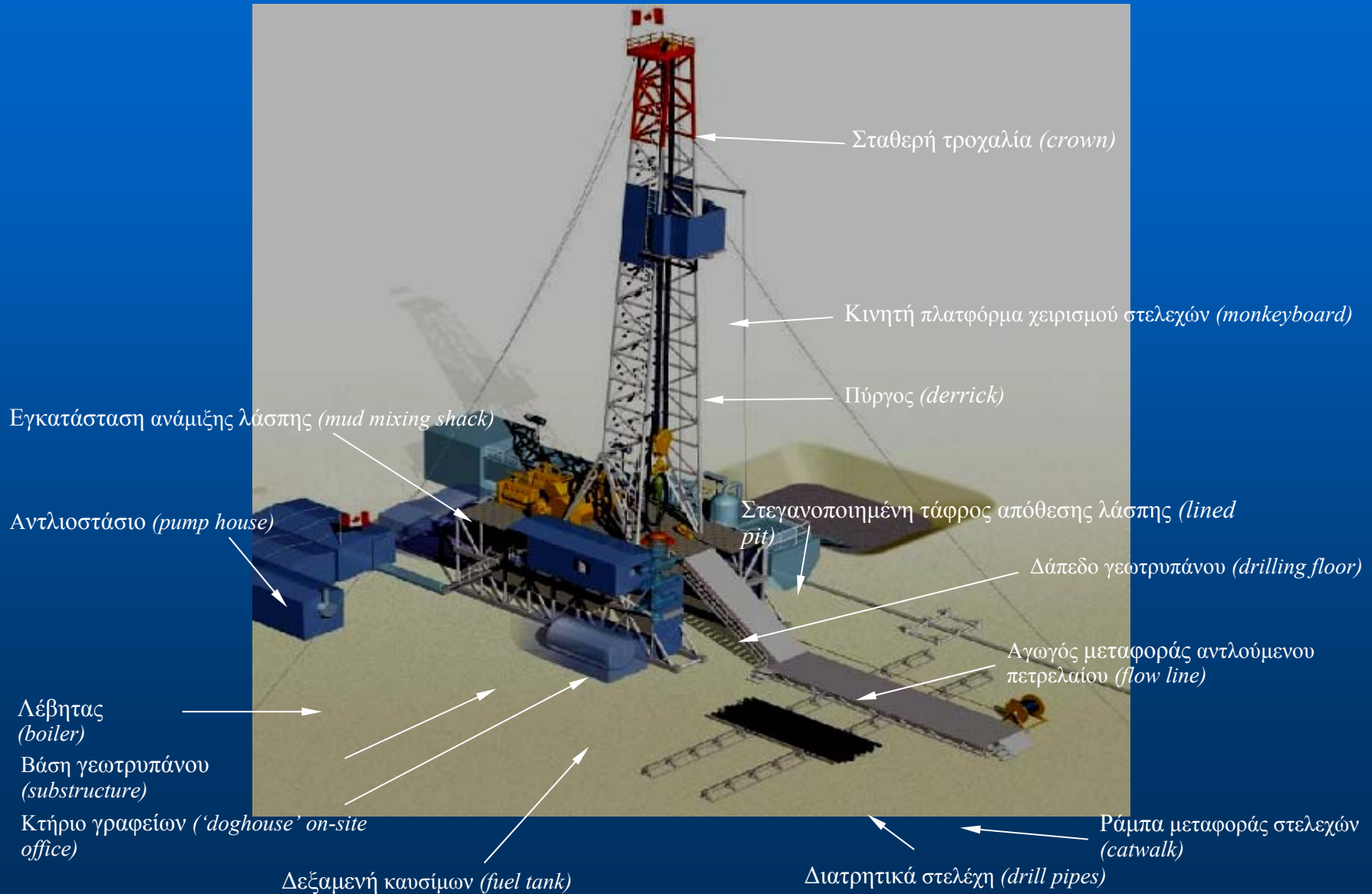
Αρ.Συμβ.: CY2005/17/643.03.01.01

Τυπικό περιστροφικό, χερσαίο γεωτρήπανο



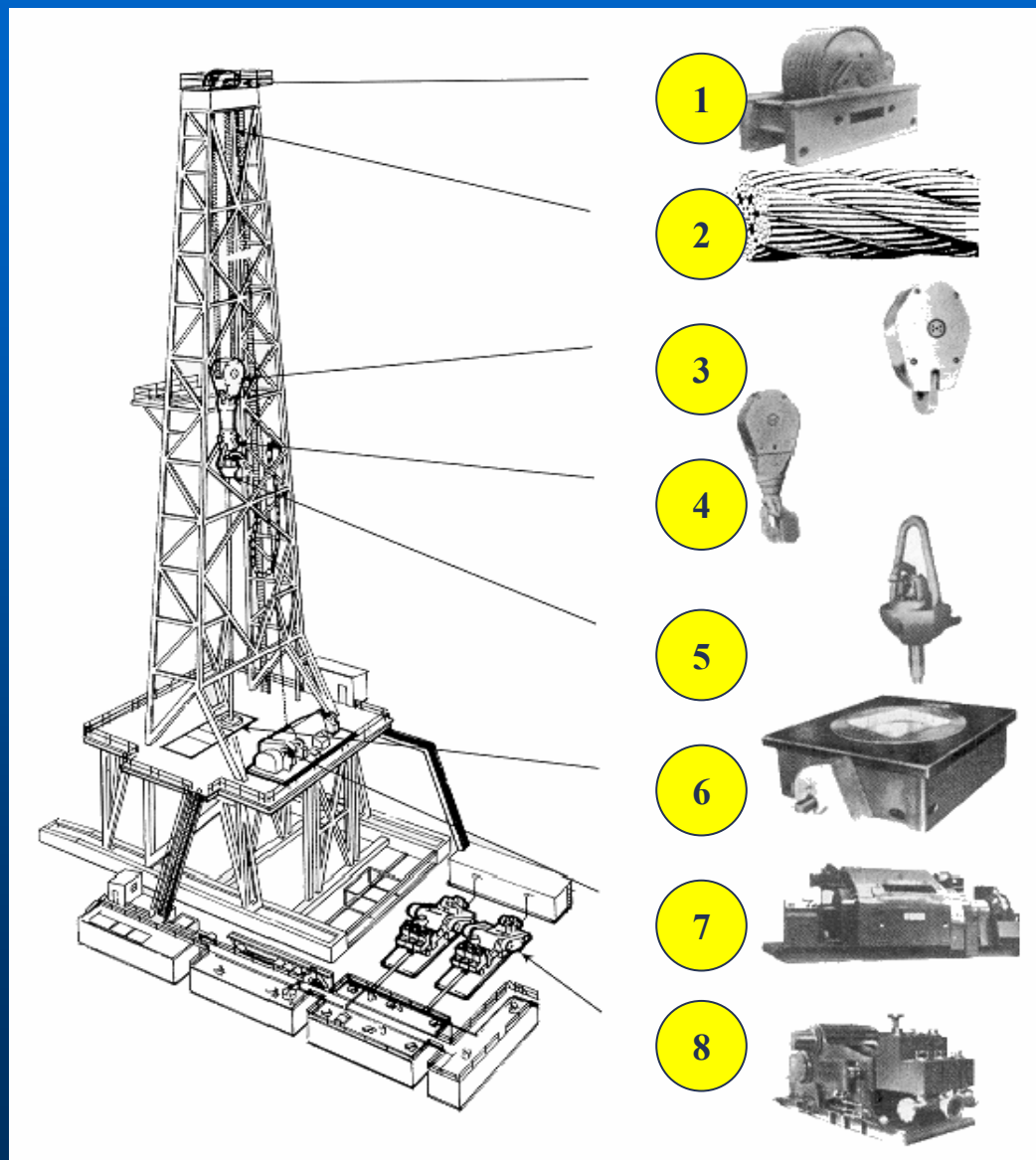
1. Πύργος (*derrick*)
2. Κινητήρες (*engines*)
3. Βαρούλκο (*draw works*)
4. Αντλίες λάσπης (*mud pump*)
5. Σταθερό σύστημα τροχαλιών (*crown block*)
6. Κινητό σύστημα τροχαλιών (*travelling block*)
7. Άγκιστρο (*hook*)
8. Περιστρεπτός τροφοδότης (*swivel*)
9. 4/γωνικό ή 6/γωνικό στέλεχος (*kelly*)
10. Περιστροφική τράπεζα (*rotary table*)
11. Αποτροπέας εκρήξεων (*blowout preventer*)
12. Διατρητικά στελέχη (*drill pipes*)
13. Αντίβαρα (*drill collars*)
14. Κοπτικό άκρο (*bit*)
15. Τσιμεντωμένη σωλήνωση (*cemented casing*)
16. Κόσκινο καθαρισμού λάσπης (*shale shaker*)
17. Δεξαμενές λάσπης (*mud tanks*)
18. Στήριγμα 3 διαδοχικών διατρητικών στελεχών (*stand of 3 joints of pipe*)
19. Μικρή οπή στήριξης kelly (*'rathole' where kelly is kept during tripping*)
20. Λεπτομέρεια περιστροφικής τράπεζας (*close-up of rotary table*)

Διαμόρφωση επιφάνειας γύρω από το γεωτρύπανο

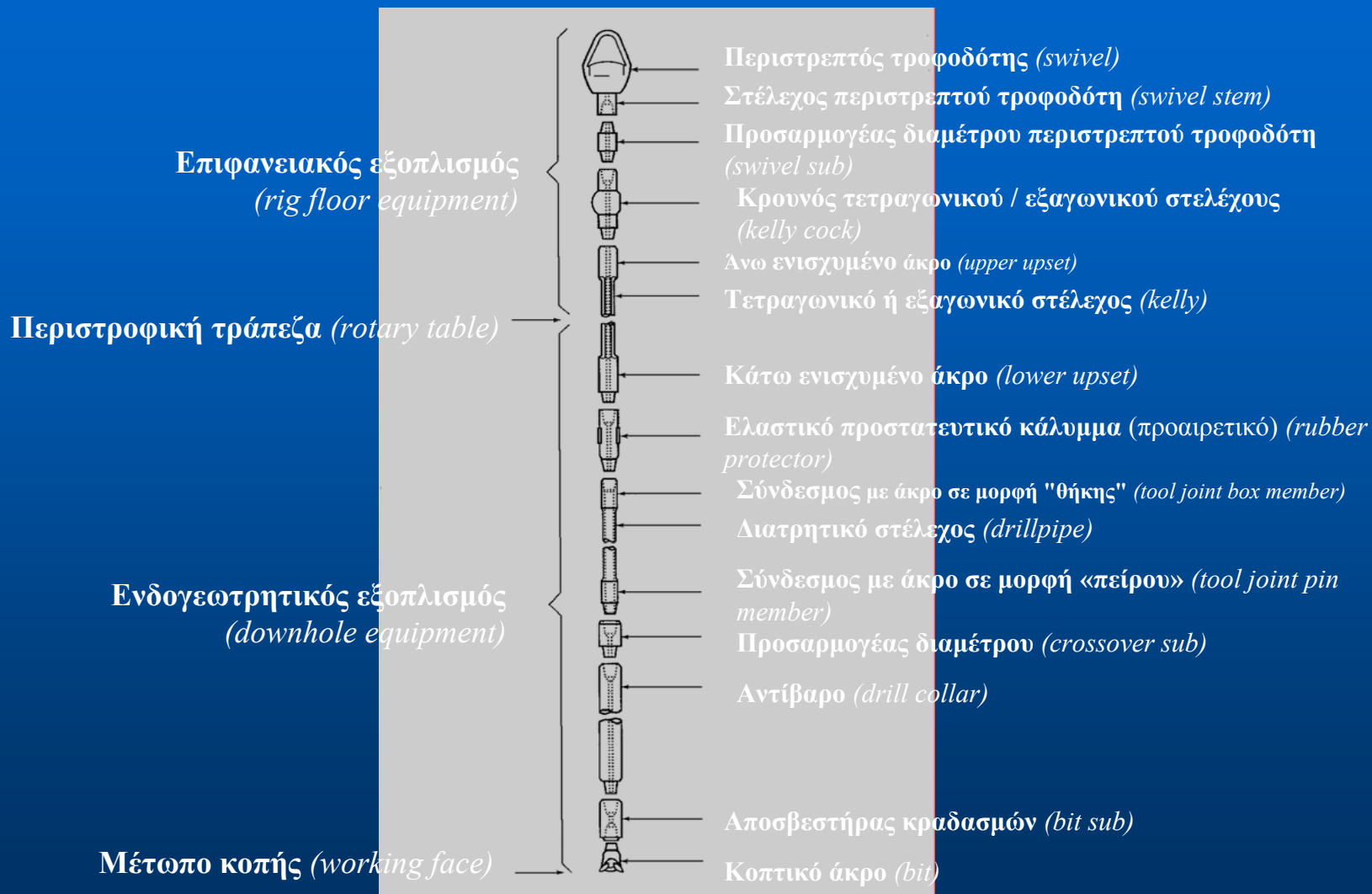


Λεπτομέρειες εξοπλισμού γεωτρύπανου

1. Σταθερό σύστημα τροχαλιών (*crown block*)
2. Συρματόσχοινο (*drilling line*)
3. Κινητό σύστημα τροχαλιών (*traveling block*)
4. Άγκιστρο (*hook*)
5. Περιστρεπτός τροφοδότης (*swivel*)
6. Περιστροφική τράπεζα (*rotary table*)
7. Βαρούλκο (*draw works*)
8. Αντλίες λάσπης (*mud pumps*)



Τυπική συνδεσμολογία διατρητικής στήλης



Προσαρμογή της γεώτρησης σε διαφορετικό περιβάλλον

Χερσαία
γεώτρηση

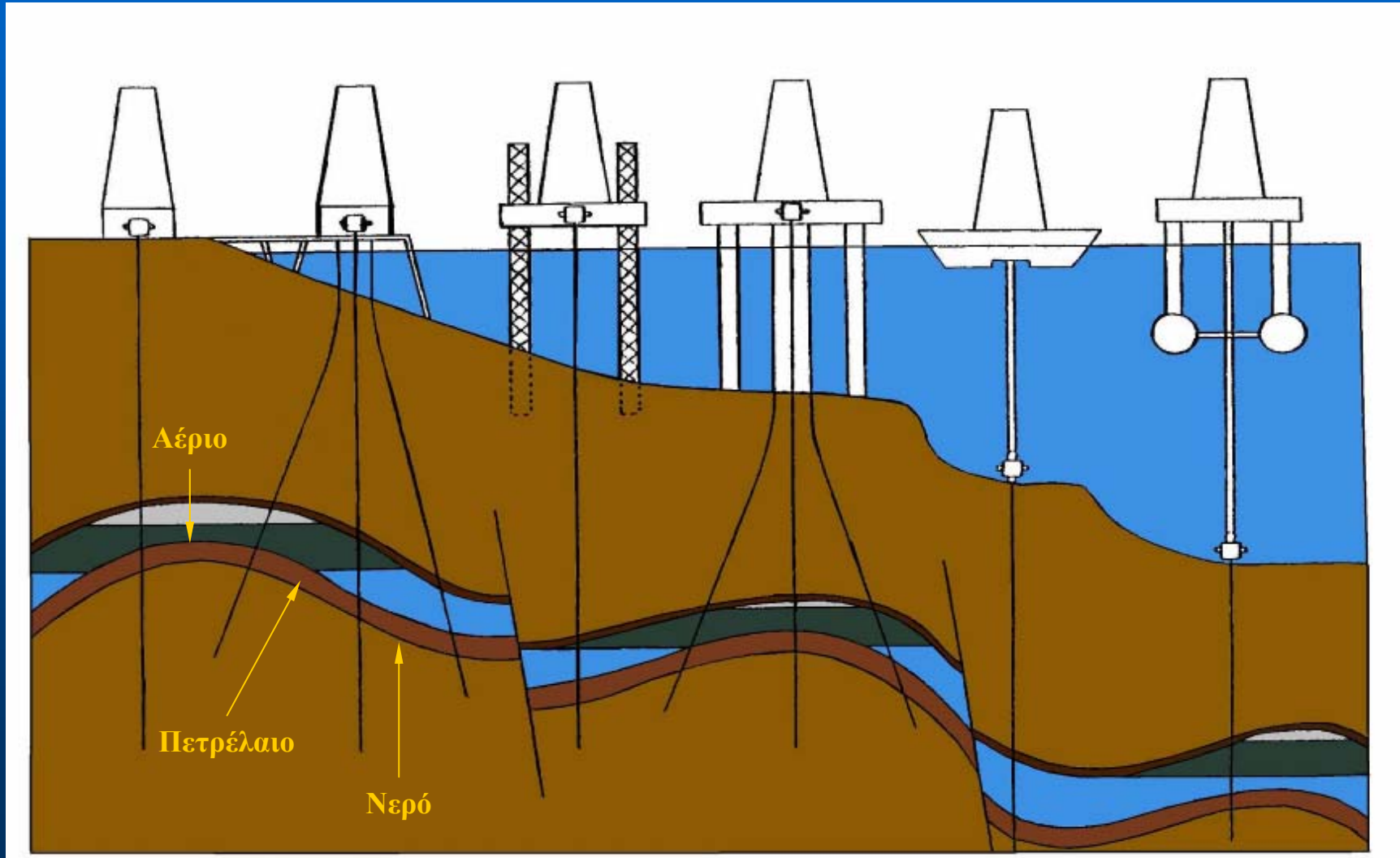
Γεώτρηση
σε
προβλήτα
(jetty)

Γεώτρηση σε
εξέδρα jackup

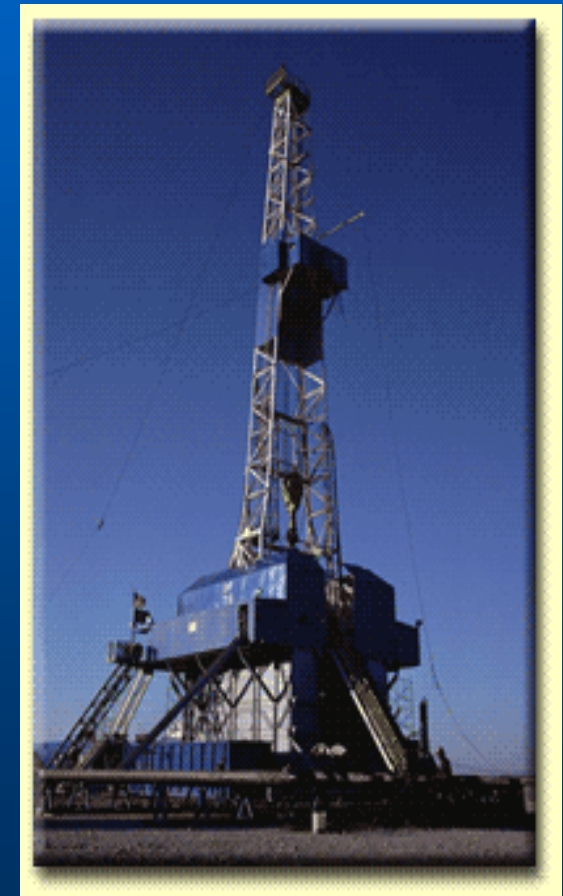
Γεώτρηση
σε σταθερή
εξέδρα

Γεώτρηση σε
γεωτρητικό
σκάφος

Γεώτρηση σε
πλωτή
ημιβυθιζόμενη
εξέδρα



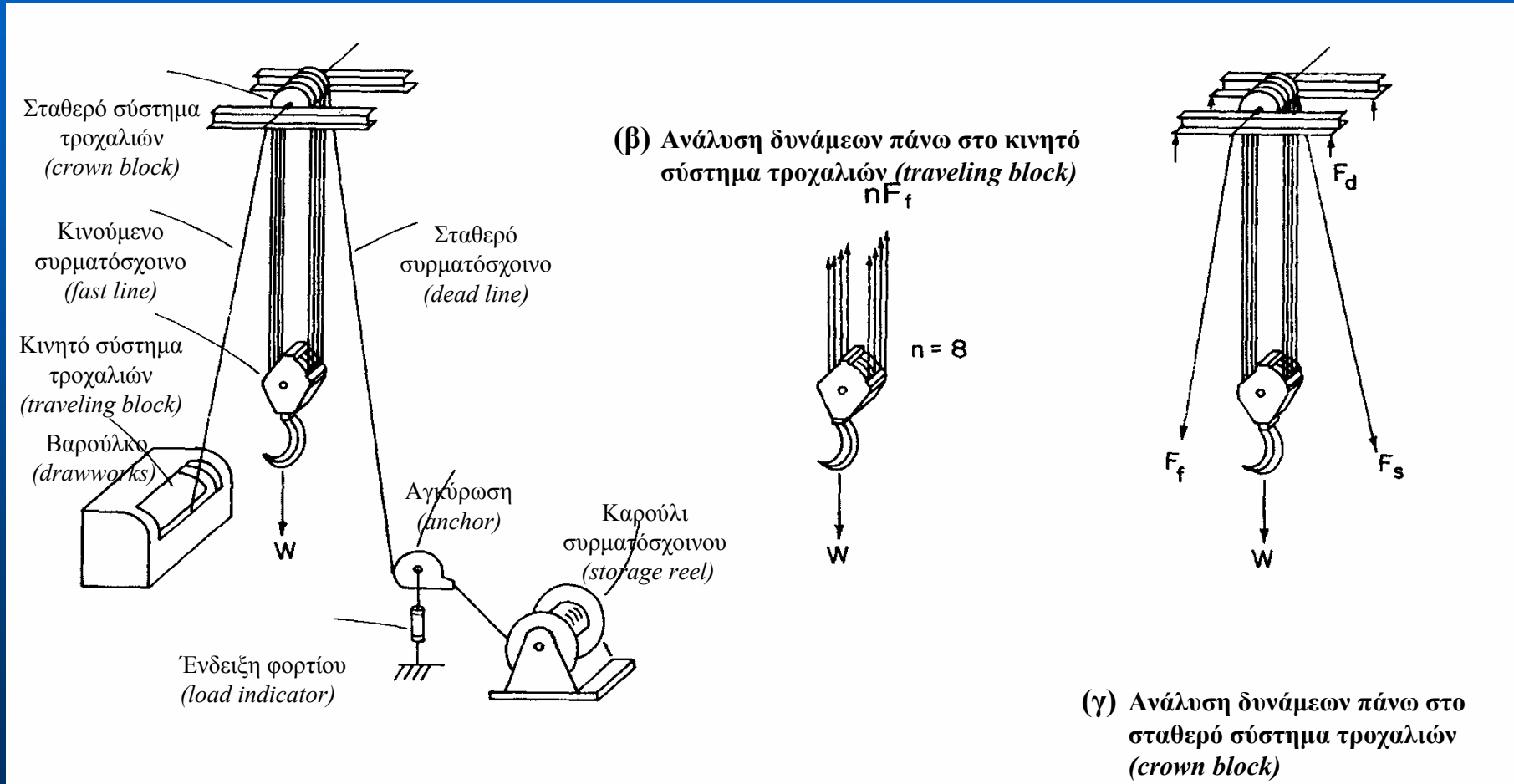
Παραδείγματα χερσαίων γεωτρυπάνων



Παραδείγματα αυτομεταφερόμενων, χερσαίων γεωτρυπάνων



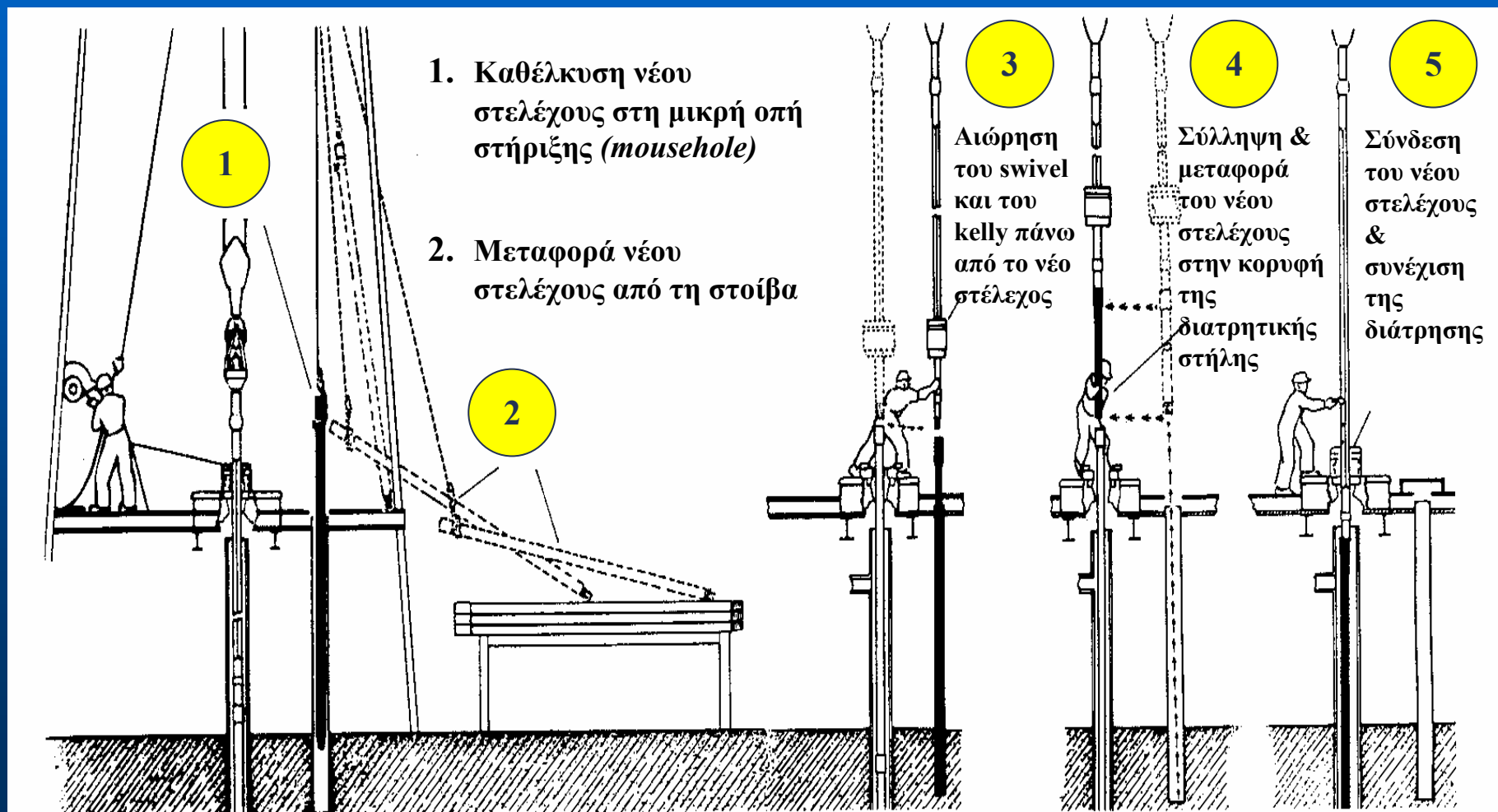
Σχηματική παρουσίαση του συστήματος ανέλκυσης και καθέλκυσης της διατρητικής στήλης



(α) Διάταξη και ορολογία συστήματος ανέλκυσης και καθέλκυσης της διατρητικής στήλης

(γ) Ανάλυση δυνάμεων πάνω στο σταθερό σύστημα τροχαλιών (crown block)

Συναρμολόγηση διατρητικών στελεχών



Τομή γεώτρησης ορυσσόμενης κατά φάσεις

Σωλήνωση οδηγός
(conductor pipe)

Διάμετρος
γεώτρησης 24"

Διάτρηση
17 1/2"

Η σπή οδηγός
ορύσσεται πριν την
εγκατάσταση του
γεωτρύπανου

Διάτρηση
12 1/4"

Σωλήνω-
ση
13 3/8"

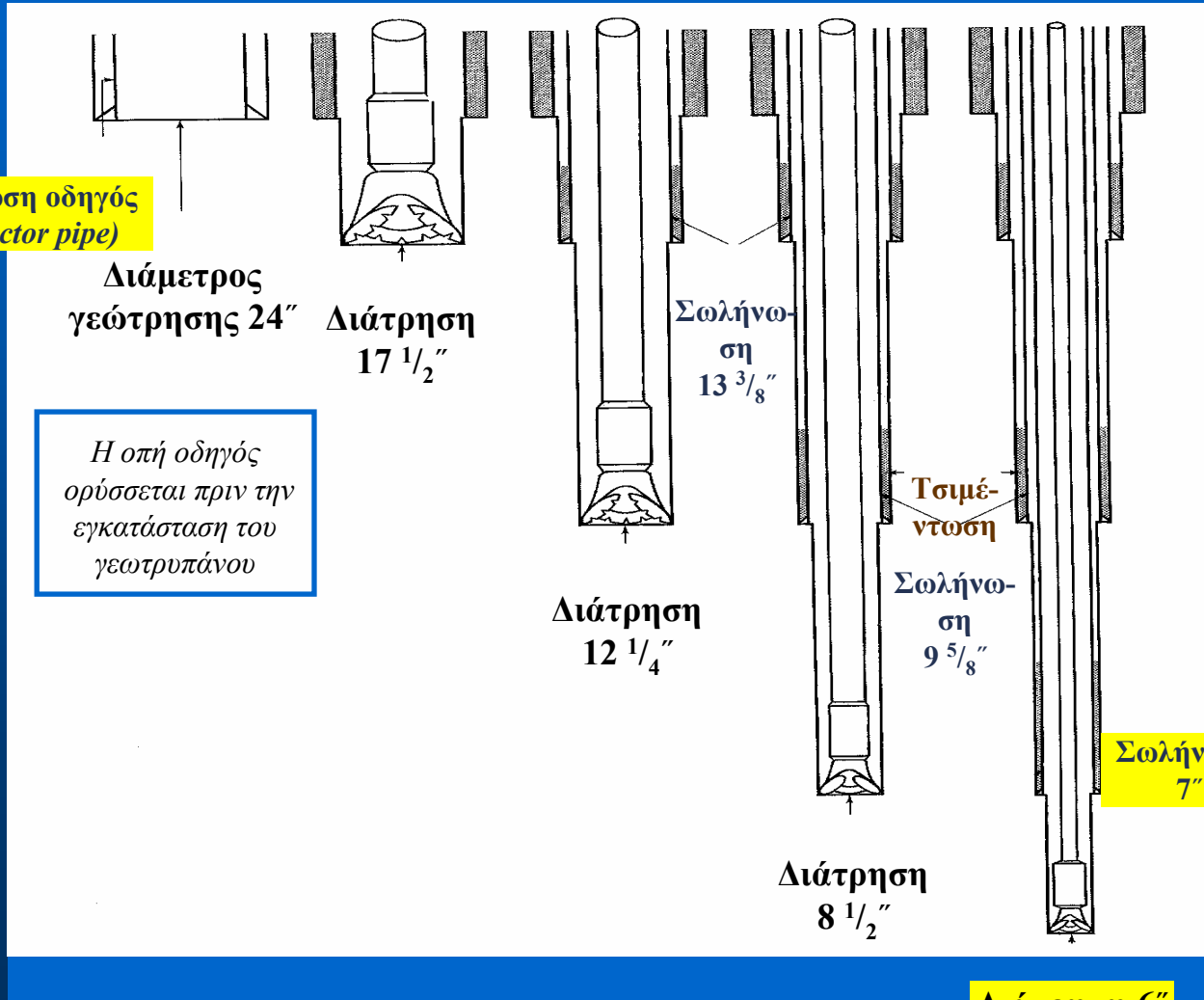
Τσιμέ-
ντωση

Σωλήνω-
ση
9 5/8"

Σωλήνωση
7"

Διάτρηση
8 1/2"

Διάτρηση 6"



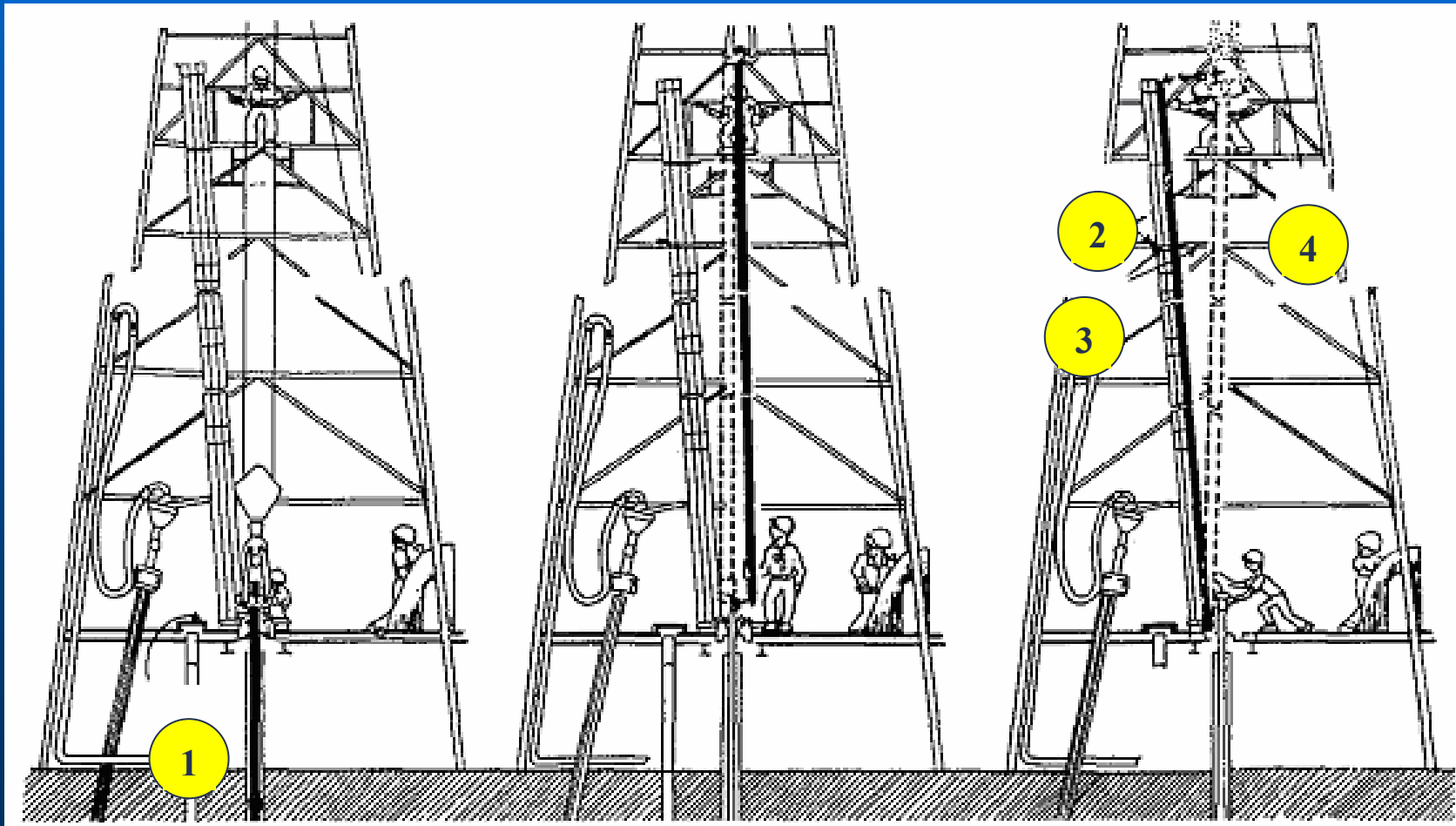
Συναρμολόγηση διατρητικών στελεχών

1. Μικρή οπή στήριξης νέου στελέχους (*mousehole*)

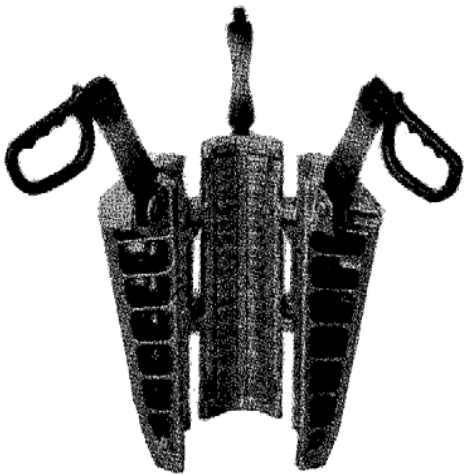
2. Ατσάλινη δοκός (*steel beam*)

3. Δακτύλιοι στήριξης στελεχών (*finger*)

4. Κινητή πλατφόρμα χειρισμού στελεχών (*monkeyboard*)



Λαβές ακινητοποίησης εξοπλισμού διατρητικής στήλης



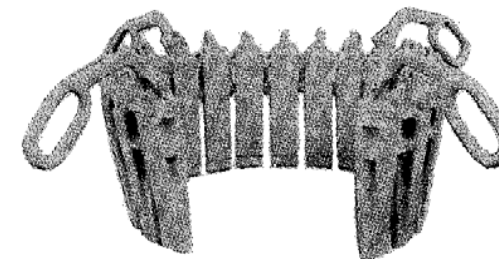
(α)

(α) Λαβή ακινητοποίησης
διατρητικών στελεχών



(β)

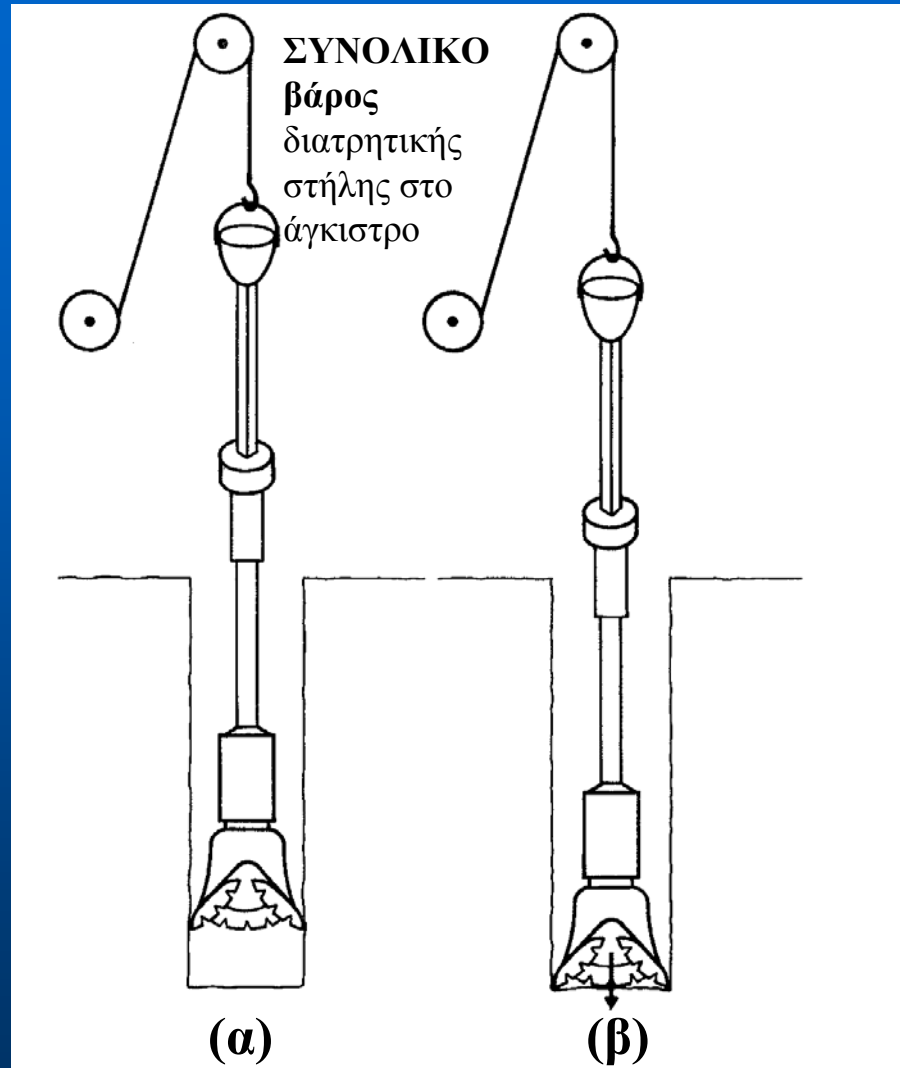
(β) Λαβή ακινητοποίησης
αντίβαρων



(γ)

(γ) Λαβή ακινητοποίησης
στελεχών σωλήνωσης

Άσκηση βάρους επί του κοπτικού



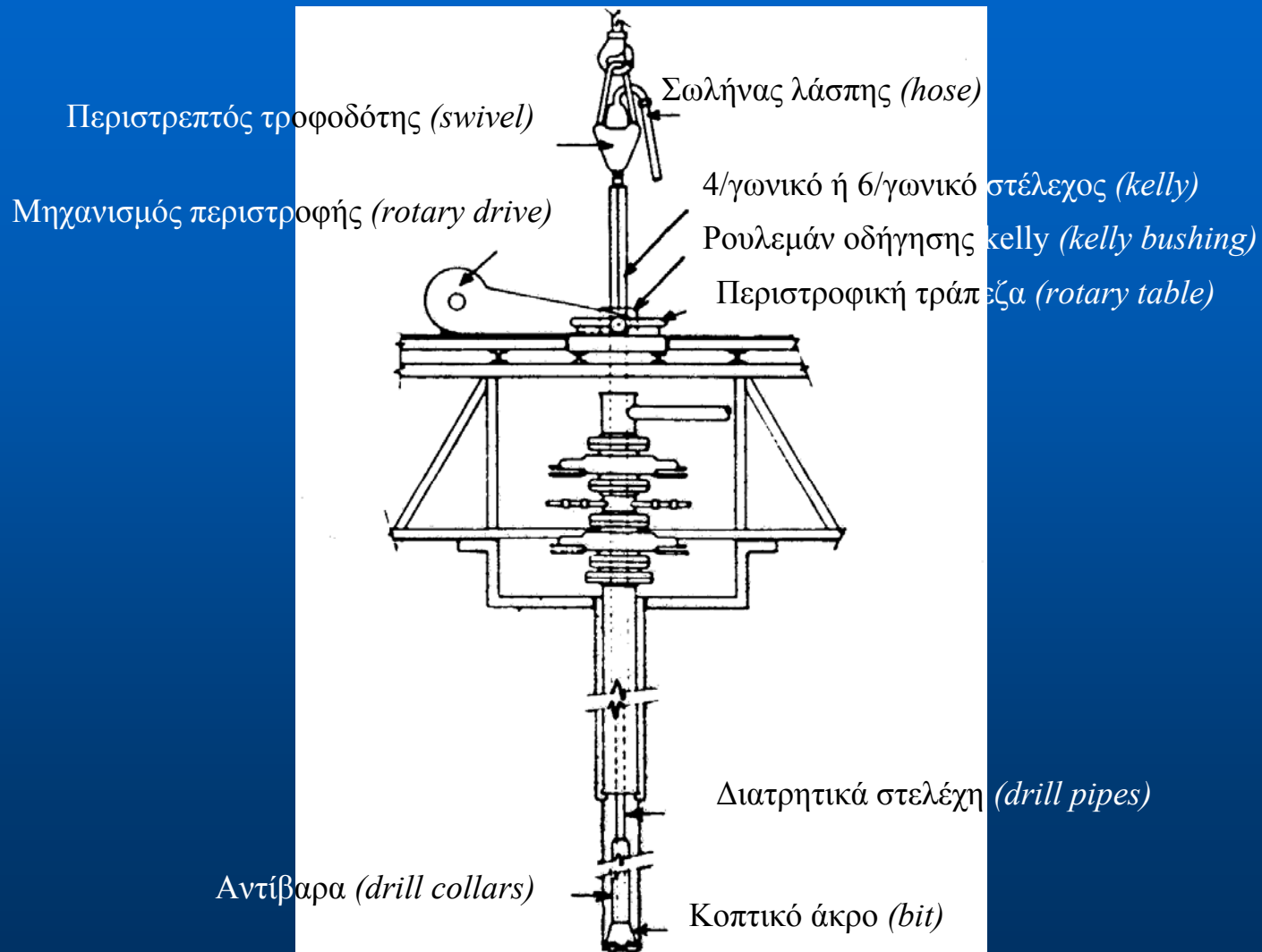
(α) Κοπτικό εκτός
επαφής με τον
πυθμένα
“off bottom”

Βάρος επί του κοπτικού
(*Weight On Bit – WOB*)

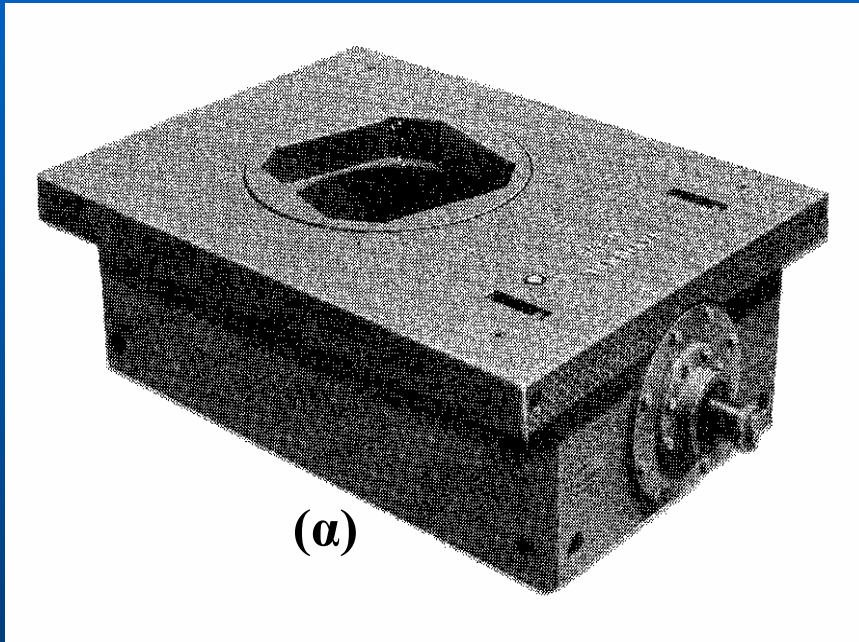
Αναρτημένο βάρος =
= ΣΥΝΟΛΙΚΟ - WOB

(β) Κοπτικό σε
επαφή με τον
πυθμένα
“on bottom”

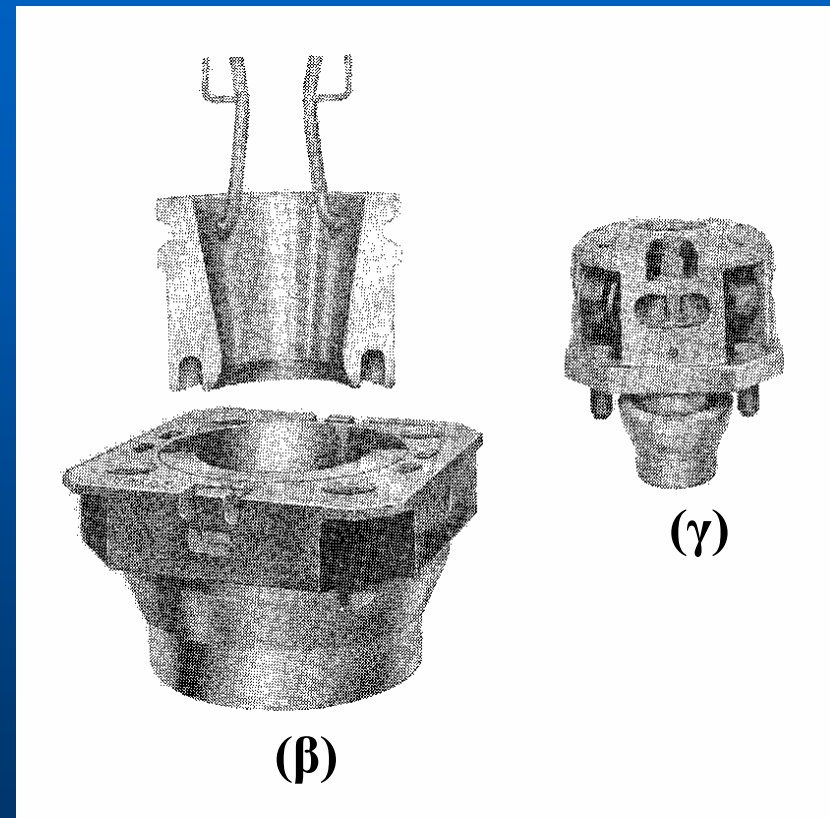
Σύστημα περιστροφής



Εξοπλισμός συστήματος περιστροφής



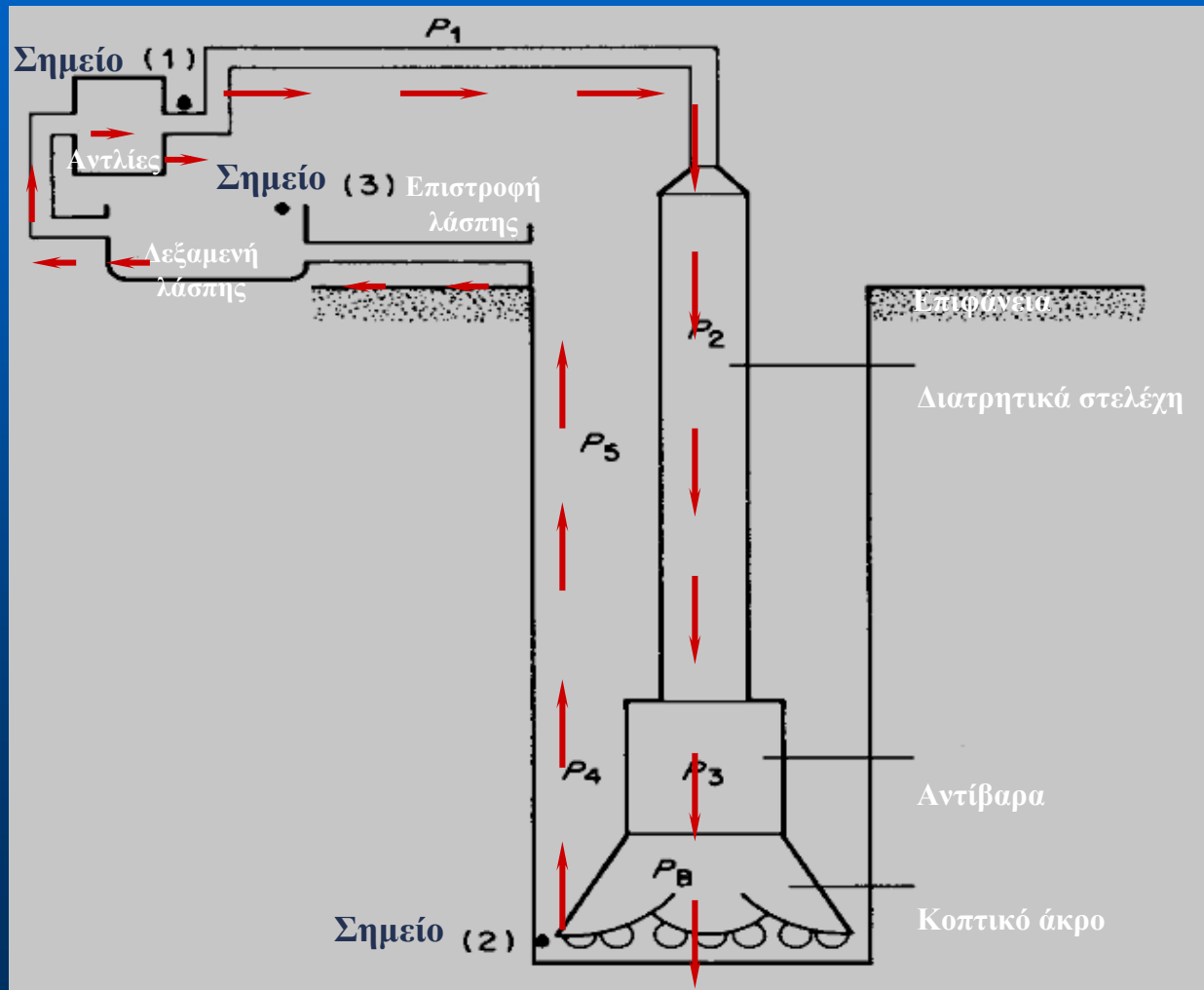
(α) Περιστροφική τράπεζα



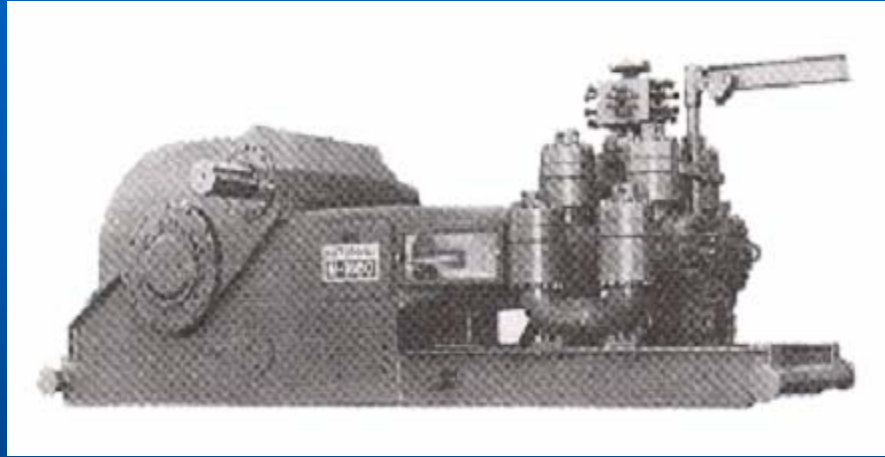
(β) Κύριος τριβέας

(γ) Ρουλεμάν οδήγησης του kelly

Σύστημα κυκλοφορίας ρευστών διάτρησης

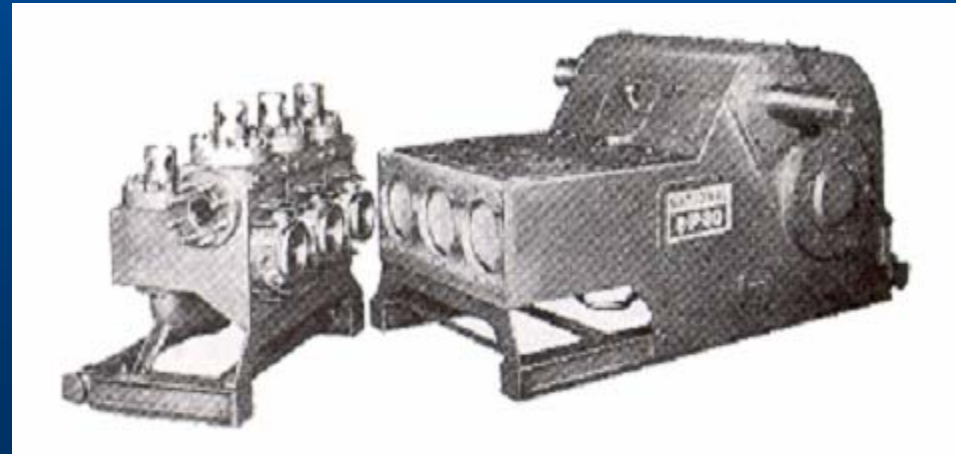


Αντλίες ρευστού διάτρησης δύο & τριών κυλίνδρων

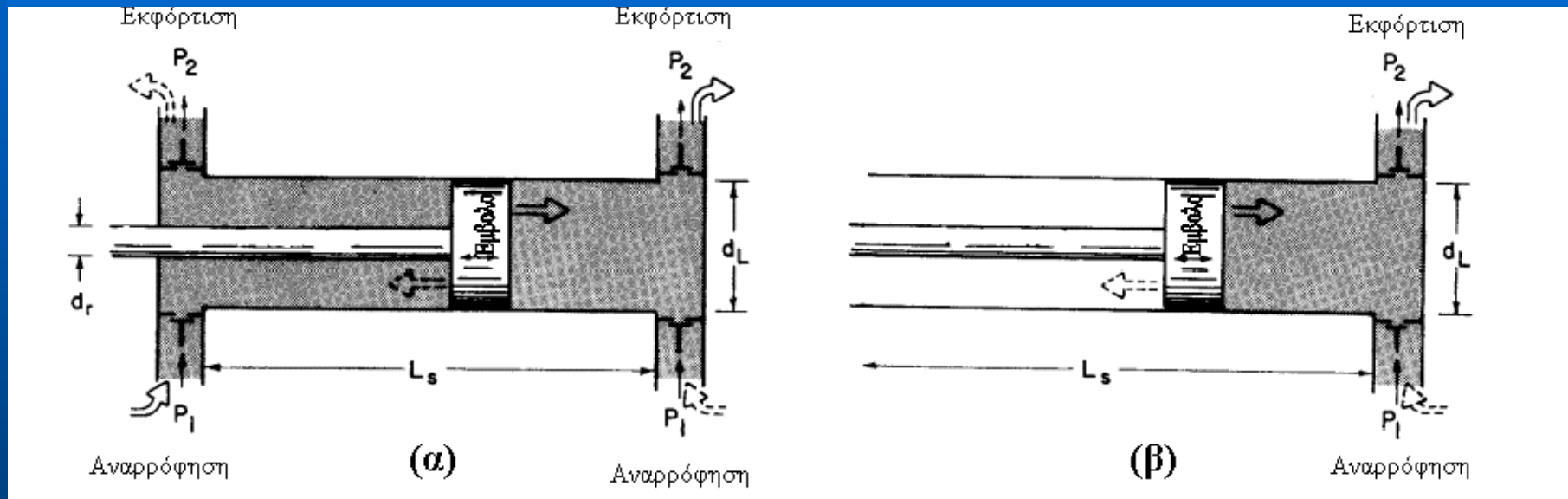


Αντλία δύο κυλίνδρων
(*duplex design*)

Αντλία τριών κυλίνδρων
(*triplex design*)



Σχηματική λειτουργία αντλιών διπλής και απλής δράσης



(α) Διπλής δράσης
(αντλία διπλού κυλίνδρου):

$$V_1 = \pi/4 \cdot d_L^2 \cdot L_s$$

$$V_2 = \pi/4 \cdot (d_L^2 - d_r^2) \cdot L$$

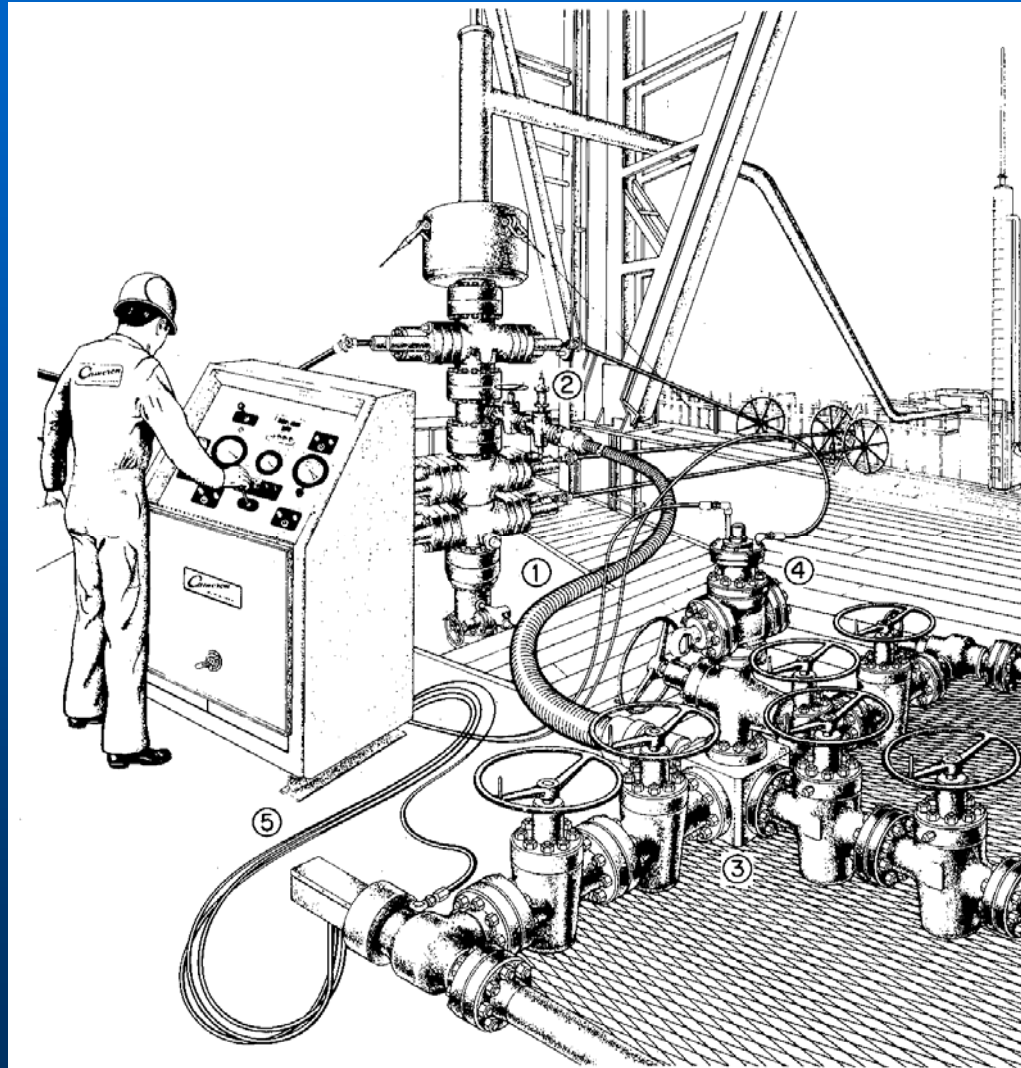
$$V_p = (2) \cdot (\pi/4) \cdot (2d_L^2 - d_r^2) \cdot L_s \cdot E_p$$

(β) Απλής δράσης
(αντλία τριπλού κυλίνδρου):

$$V = \pi/4 \cdot d_L^2 \cdot L_s$$

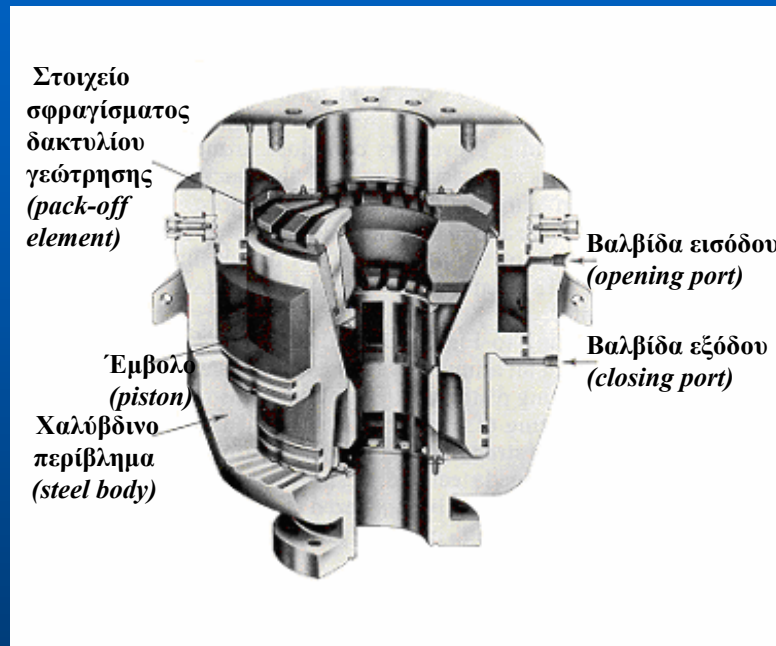
$$V_p = 3 \cdot (\pi/4 \cdot d_L^2 \cdot L_s) \cdot E_p$$

Σύστημα ασφάλειας

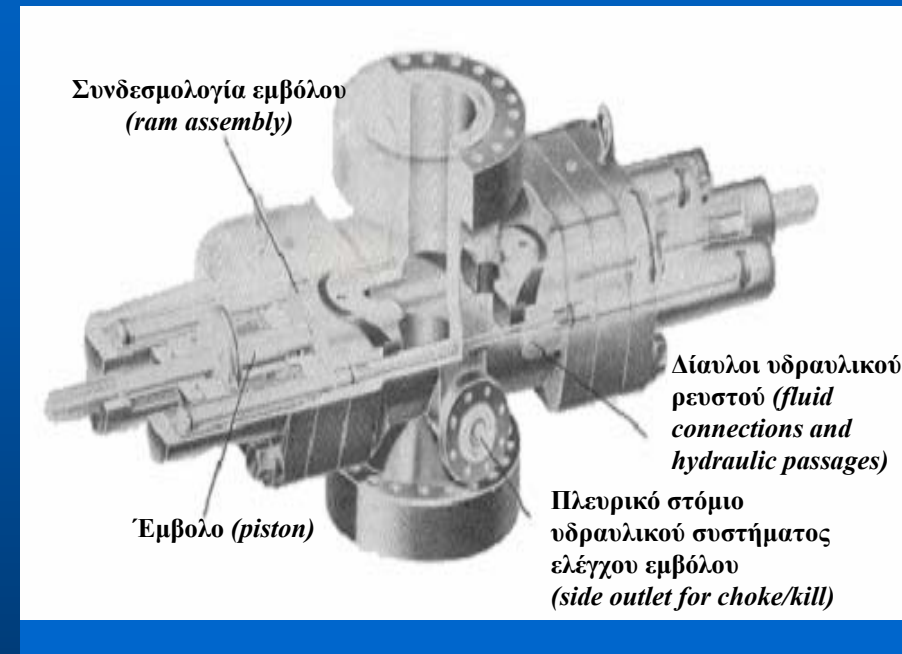


Μηχανισμός ασφάλειας ή Blow Out Preventer - B.O.P

*



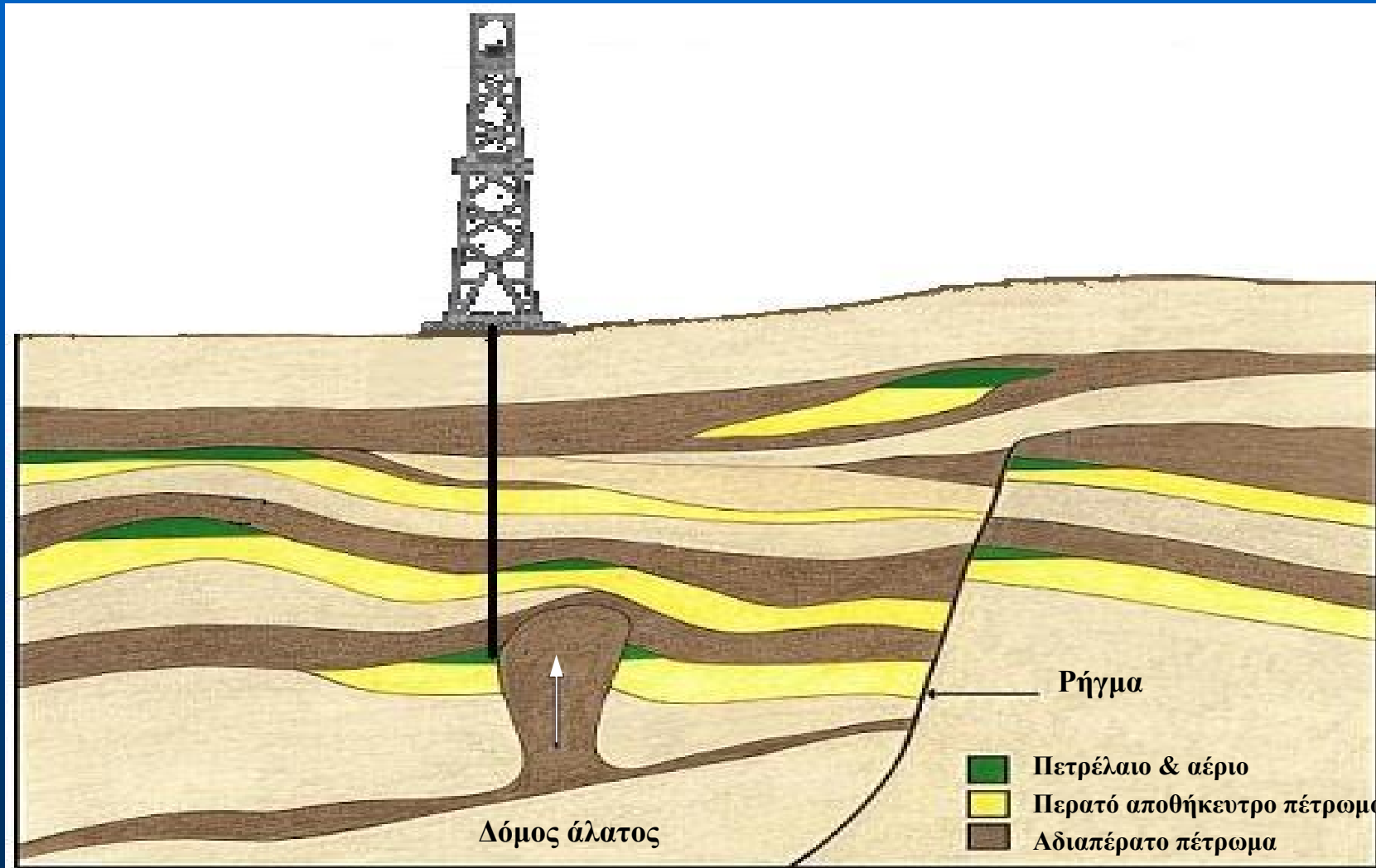
Δακτυλιοειδής μηχανισμός ασφαλείας (annular BOP) σε τομή



Εμβολοφόρος μηχανισμός ασφαλείας (ram-type BOP) σε τομή

* Σύστημα αποτροπής εκτινάξεων & εκρήξεων

“Κανείς δεν είναι τέλειος...”



Διάγραμμα ροής σχεδιασμού γεωτρήσεων

Ερευνητική (*wildcat, exploratory, development*)
 Παραγωγική (*production*)

Σκοπός εκτέλεσης έργου

Συλλογή δεδομένων

Ανάλυση γεωπιέσεων

Προσδιορισμός ανηγμένης πίεσης
 ρωγμάτωσης

Επιλογή γεωμετρίας πηγαδιού

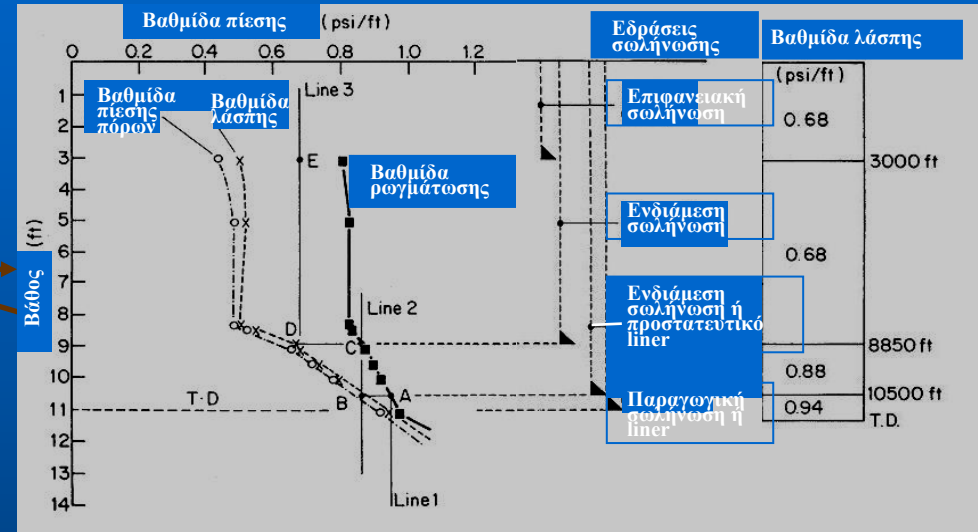
Τύπος και ιδιότητες ρευστού διάτρησης

Πρόγραμμα σωλήνωσης

Πρόγραμμα τσιμέντωσης

Σχεδιασμός σωλήνωσης

Γεωλογικών-
 Γεωφυσικών-
 Γεωτρητικών



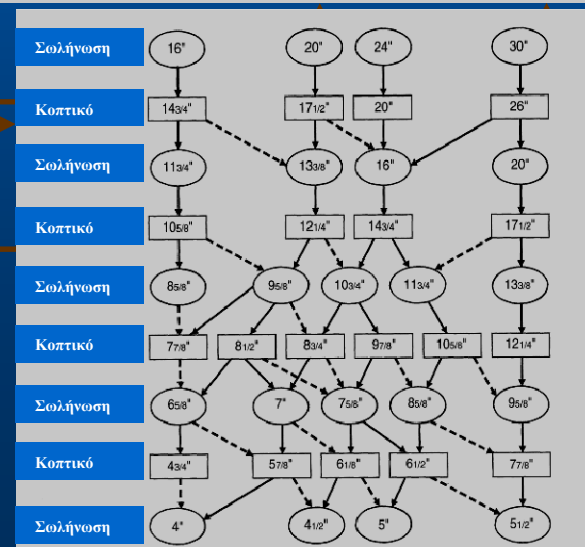
Σχεδιασμός διατηρητικής στήλης

Επιλογή κοπτικών

Προδιαγραφές
 γεωτρυπάνου και επιλογή

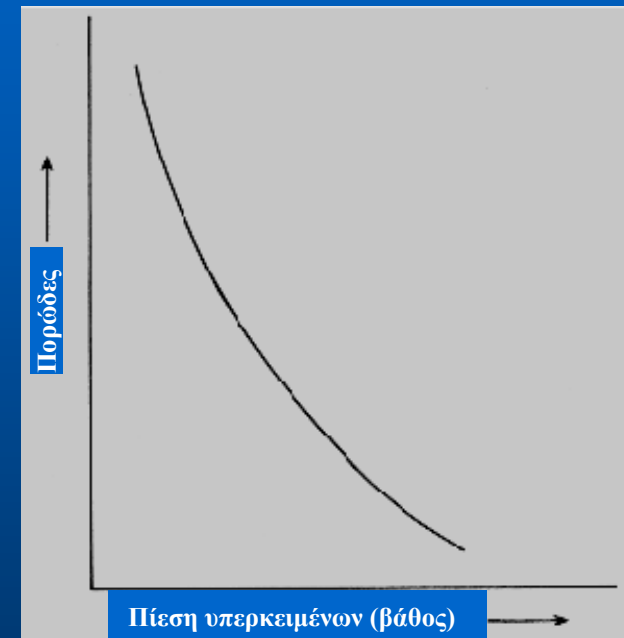
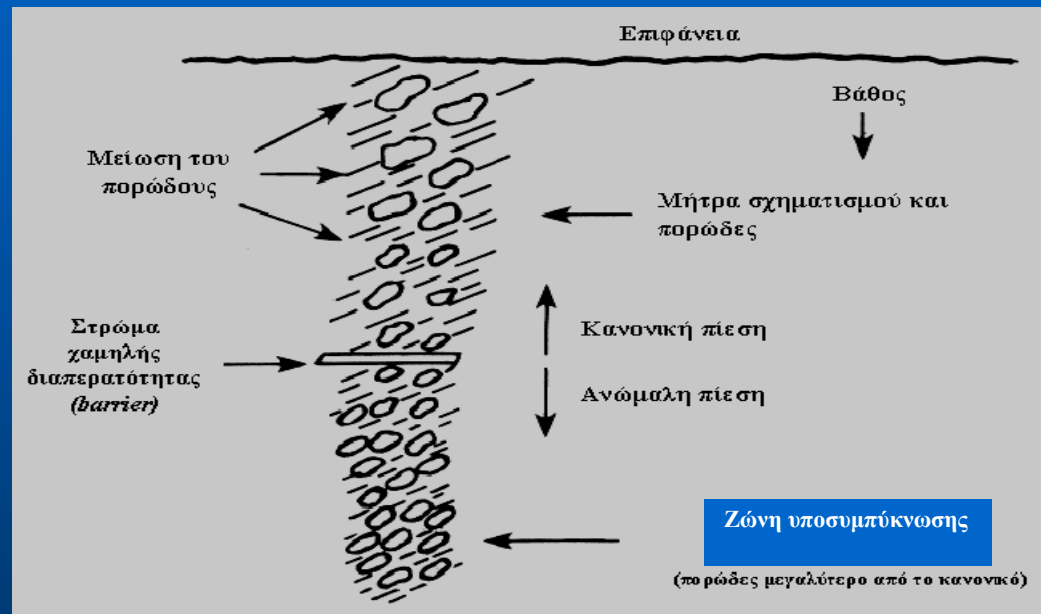
Χρονοδιάγραμμα

Κόστος



Γεωμηχανικές παράμετροι

Το φαινόμενο:



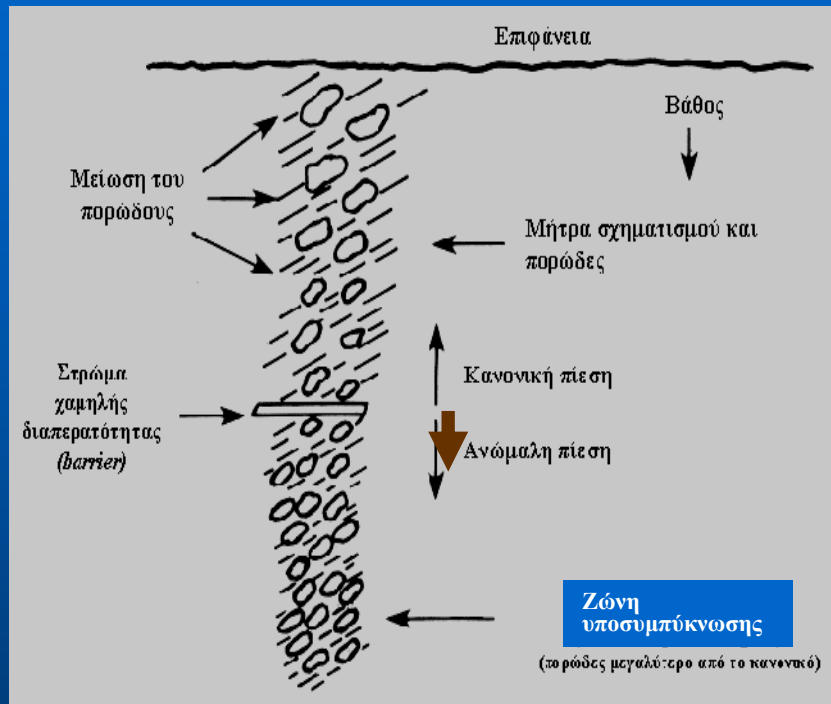
Τάση υπερκειμένων σ_v : η τάση που προκύπτει από το βάρος των στρωμάτων των υπερκειμένων της ζώνης ενδιαφέροντος (1psi/ft σε τεκτονικά ήρεμες περιοχές - 0,8 psi/ft σε περιοχές με τεκτονική δραστηριότητα)

σ_v αυξάνει με το βάθος

Προέλευση γεωπιέσεων

Το φαινόμενο:

Κανονική πίεση σχηματισμού

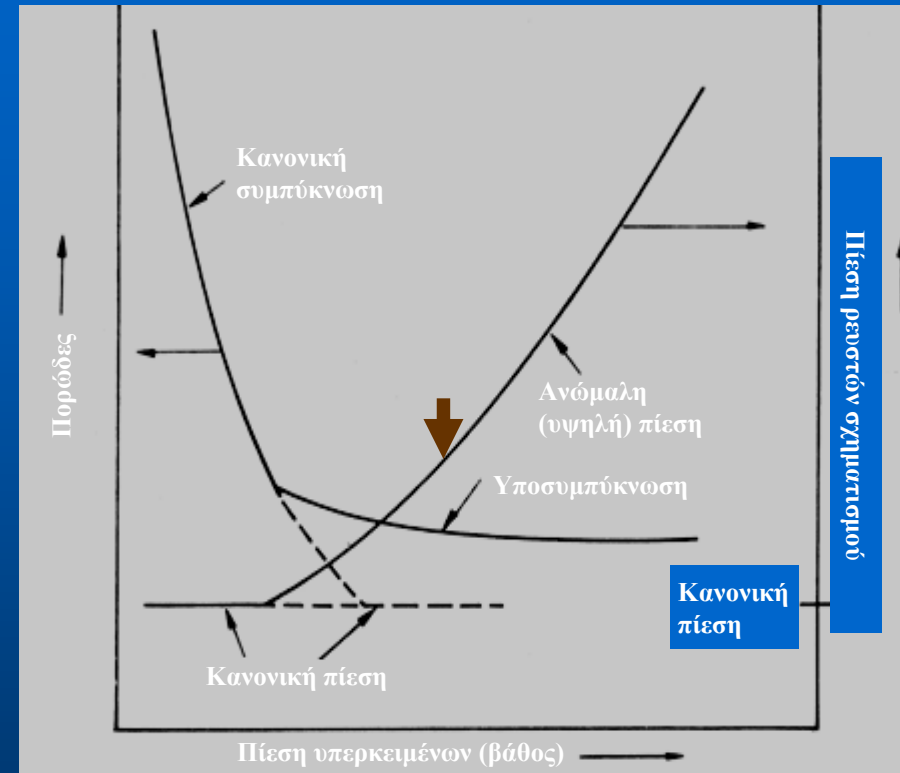


υδροστατική πίεση στήλης νερού (καθαρού ή αλμυρού) στο βάθος που βρίσκεται ο σχηματισμός

Ανοικτό υδραυλικό σύστημα

Πορώδη πετρώματα: $\sigma_v = \sigma_s + P_f$

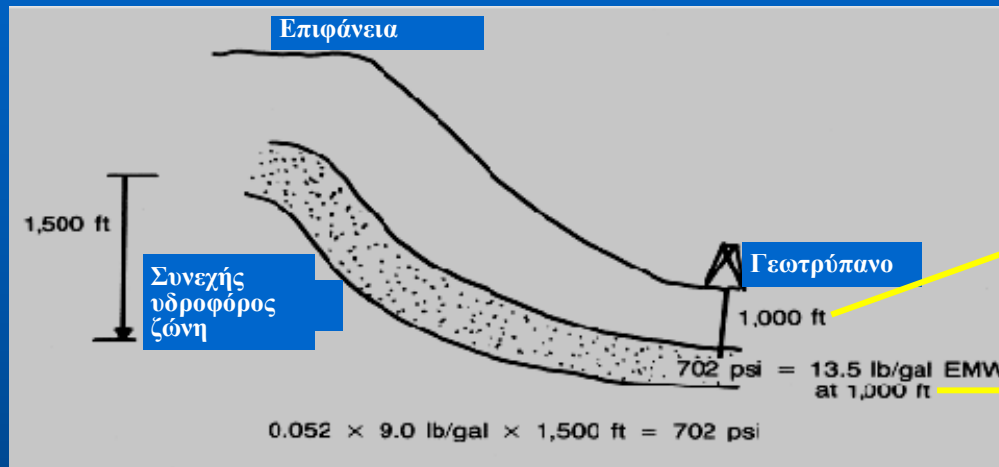
Ανώμαλη πίεση (υποπίεση ή υπερπίεση)



συστήματα με αδυναμία επικοινωνίας

Κλειστό υδραυλικό σύστημα

Προέλευση γεωπιέσεων



Αρτεσιανό σύστημα

$$0,052 \times 9,0 \text{ lb/gal} \times 1000 \text{ ft} = 468 \text{ psi}$$

(ισοδύναμη πυκνότητα λάσπης:
9 lb/gal ή 1,08 gr/cm³)

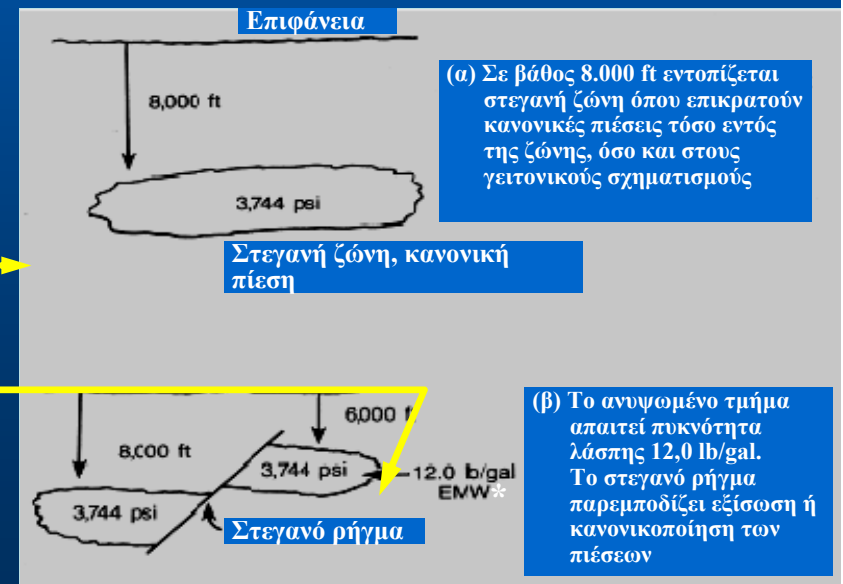
ή 1,617 gr/cm³

Τεκτονικές Δράσεις

$$0,052 \times 9,0 \text{ lb/gal} \times 8000 \text{ ft} = 3744 \text{ psi}$$

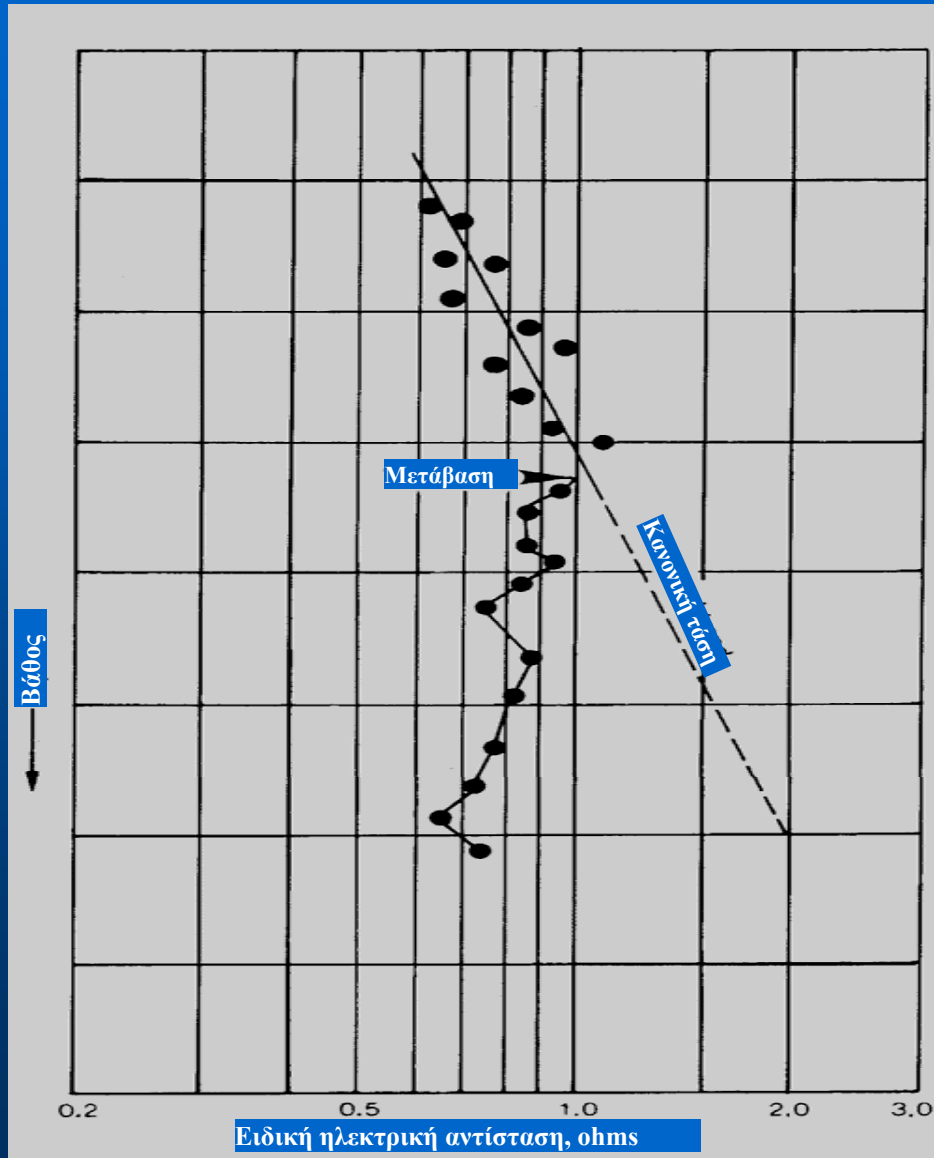
$$0,052 \times 9,0 \text{ lb/gal} \times 6000 \text{ ft} = 2808 \text{ psi}$$

$$3744/6000 = 0,624 \text{ psi/ft} \times 0,052 = 12 \text{ lb/gal}$$



Πρόβλεψη και εκτίμηση γεωπιέσεων

Ειδική ηλεκτρική αντίσταση



Ανάλυση και επεξεργασία διαγραφιών (loggings)

- ✓ Εκτίμηση της πίεσης των σχηματισμών συναρτήσει του βάθους
- ✓ Προσδιορισμός βάθους μετάβασης σε ζώνες ανωμάτων πιέσεων

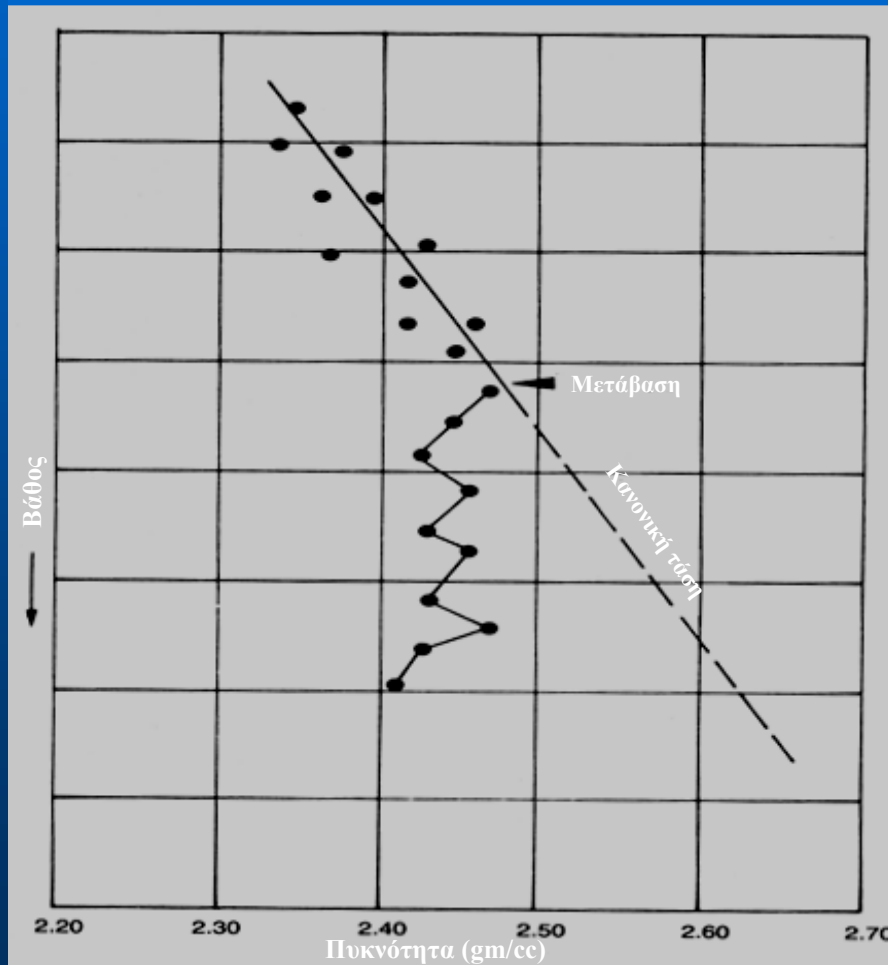
Παράμετροι που επηρεάζονται από τις πιέσεις των σχηματισμών

- ✓ Ηλεκτρική αγωγιμότητα ή ειδική ηλεκτρική αντίσταση (*resistivity*)
- ✓ Πυκνότητα (*density*)
- ✓ Ταχύτητα (χρόνος) διάδοσης ακουστικών κυμάτων (*sonic logs*)

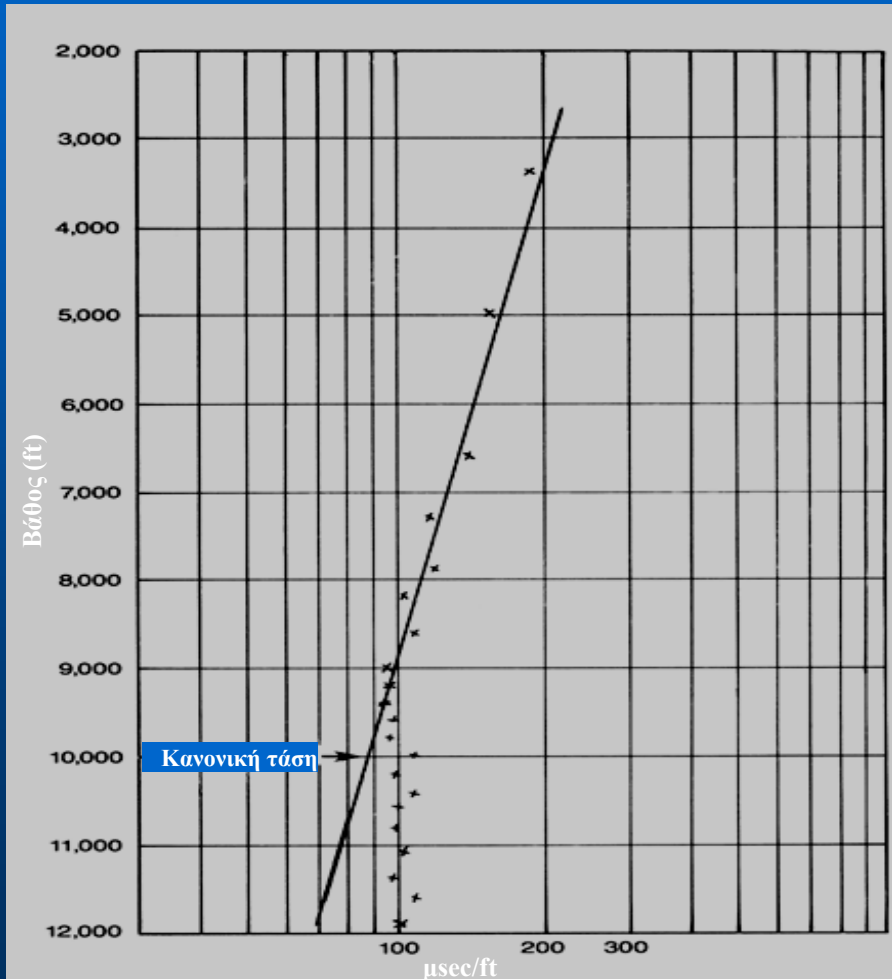
Πρόβλεψη και εκτίμηση γεωπιέσεων

Ανάλυση και επεξεργασία διαγραφιών (loggings)

Ποκνότητα σχηματισμών



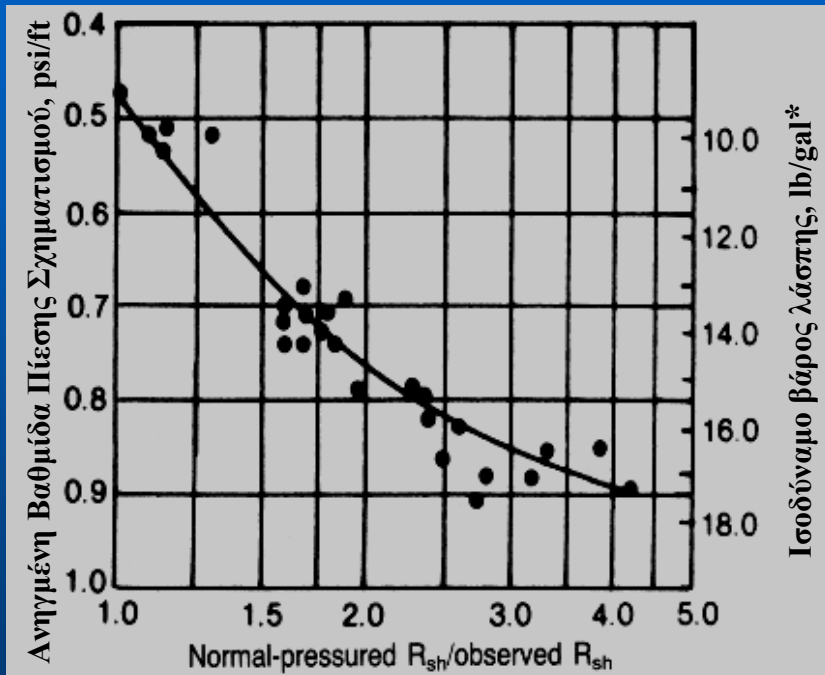
Χρόνος διάδοσης ακουστικών κυμάτων



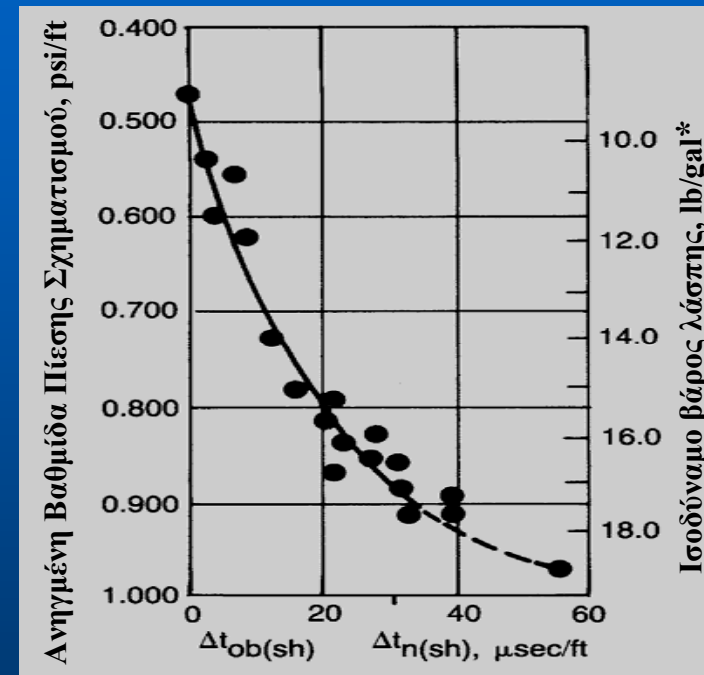
Πρόβλεψη και εκτίμηση γεωπιέσεων

Ανάλυση και επεξεργασία διαγραφιών (loggings)

Ανάλυση δεδομένων - Μέθοδος Hottman & Johnson



Λόγος κανονικής (*normal-pressured*) προς παρατηρούμενη (*observed*) τιμή ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης



Διαφορά παρατηρούμενης και κανονικής τιμής τμηματικού χρόνου διάδοσης ακουστικών κυμάτων

* 1 lb/gal = 0,052 psi/ft

Πρόβλεψη και εκτίμηση γεωπιέσεων

Ανάλυση και επεξεργασία γεωτρητικών δεδομένων



A. Αλλαγή λιθολογίας

B. Αλλαγή πίεσης σχηματισμών

Τεχνικές παράμετροι διάτρησης:

1. Βάρος επί του κοπτικού (W)
2. Ταχύτητα περιστροφής (N)
3. Ιδιότητες ρευστού διάτρησης

Garnier & Lingen:

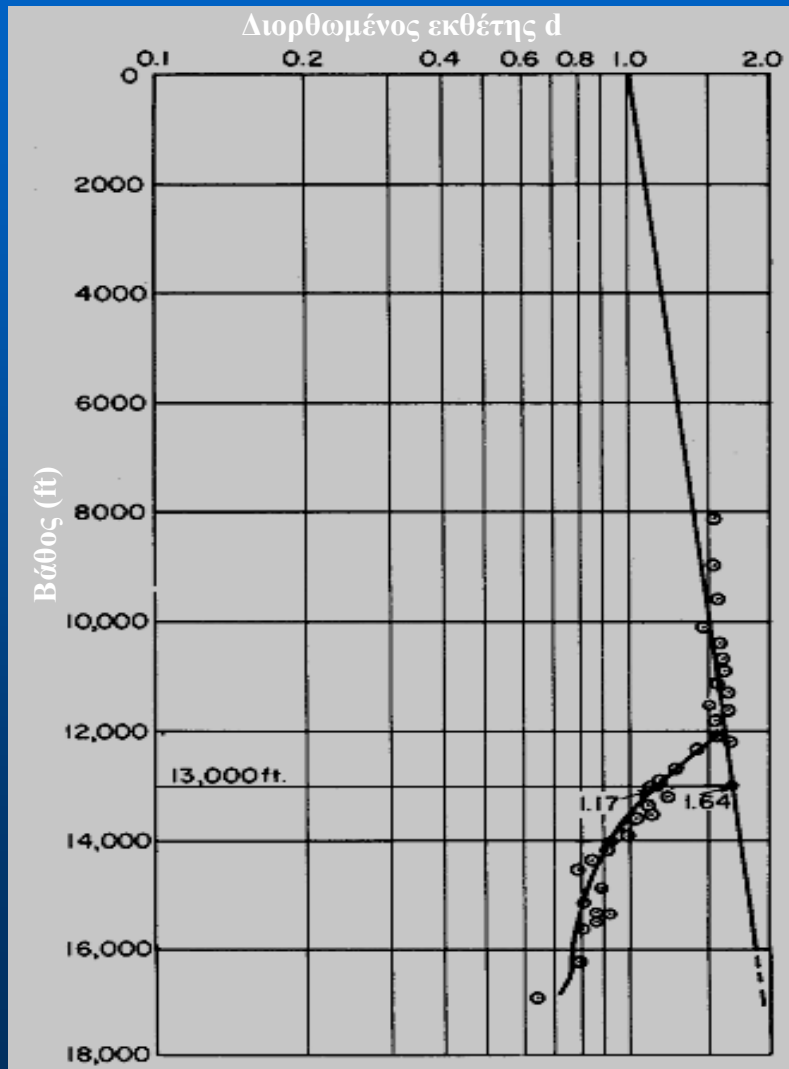
ταχύτητα προχώρησης $\rightarrow \Delta P$ (πίεσης ρευστού διάτρησης – πίεσης σχηματισμού)

Μοντέλο εκθέτη d:

$$R = 60 N (12W/10^3 D_b)^d$$

$$\begin{array}{c} \Delta P \downarrow \quad d \downarrow \quad R \uparrow \\ 10\% \downarrow d \quad \longleftrightarrow \quad 40\% \uparrow R \end{array}$$

Πρόβλεψη και εκτίμηση γεωπιέσεων



Ανάλυση και επεξεργασία γεωτρητικών δεδομένων

Υπό κανονικές πιέσεις η ταχύτητα προχώρησης μειώνεται με το βάθος (για δεδομένο σχηματισμό, δεδομένο κοπτικό και παραμέτρους διάτρησης)



d αυξάνει με το βάθος

Όταν d μειώνεται \rightarrow R αυξάνει \rightarrow
 \rightarrow ΔP μειώνεται \rightarrow αυξάνει η πίεση του σχηματισμού (δεδομένου ότι δεν έχουν αλλάξει οι παράμετροι της διάτρησης)

Ρωγμάτωση του σχηματισμού

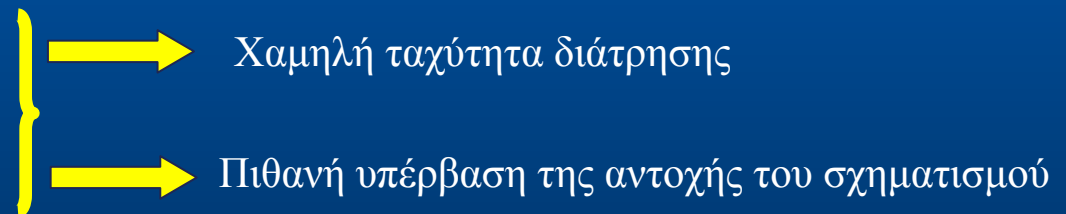
Πυκνότητα ρευστού διάτρησης



Έλεγχος των πιέσεων των σχηματισμών

Ερώτημα: Υψηλή πυκνότητα ρευστού → υψηλή ασφάλεια σε κάθε περίπτωση;

Δίλημμα: Υψηλή πυκνότητα ρευστού






Κριτήριο:

Η πίεση που θα ασκεί το ρευστό σε κάθε βάθος δεν πρέπει να υπερβαίνει την αντοχή του σχηματισμού στο βάθος αυτό

Ρωγμάτωση του σχηματισμού

Αντιμετώπιση: Ταυτόχρονη συνεκτίμηση της αλληλεπίδρασης

-  Πίεσης ρευστού διάτρησης
-  Πίεσης σχηματισμών
-  Αντοχής σχηματισμών

Βαθμίδα Ρωγμάτωσης (Fracture Gradient-FG)

Συνολική επί τόπου τάση / βάθος

(ανηγμένη έκφραση της τάσης ρωγμάτωσης του σχηματισμού)

$$FG = (\nu/1-\nu) [(\sigma_v - P_f)/D] + P_f/D \quad (\text{Μέθοδος Eaton})$$

FG: βαθμίδα ρωγμάτωσης (psi/ft)

ν : λόγος Poisson (λόγος της πλευρικής παραμόρφωσης (διόγκωσης) προς την αξονική παραμόρφωση (βράχυνση) ενός πετρώματος υπό αξονική φόρτιση)

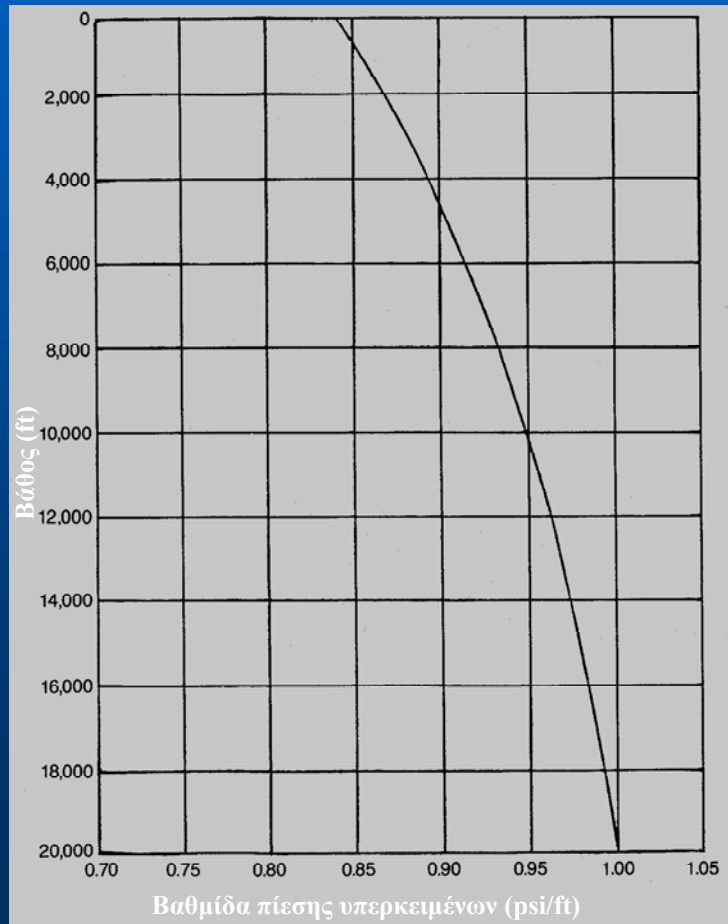
σ_v : τάση υπερκειμένων (psi)

P_f : πίεση σχηματισμού (psi)

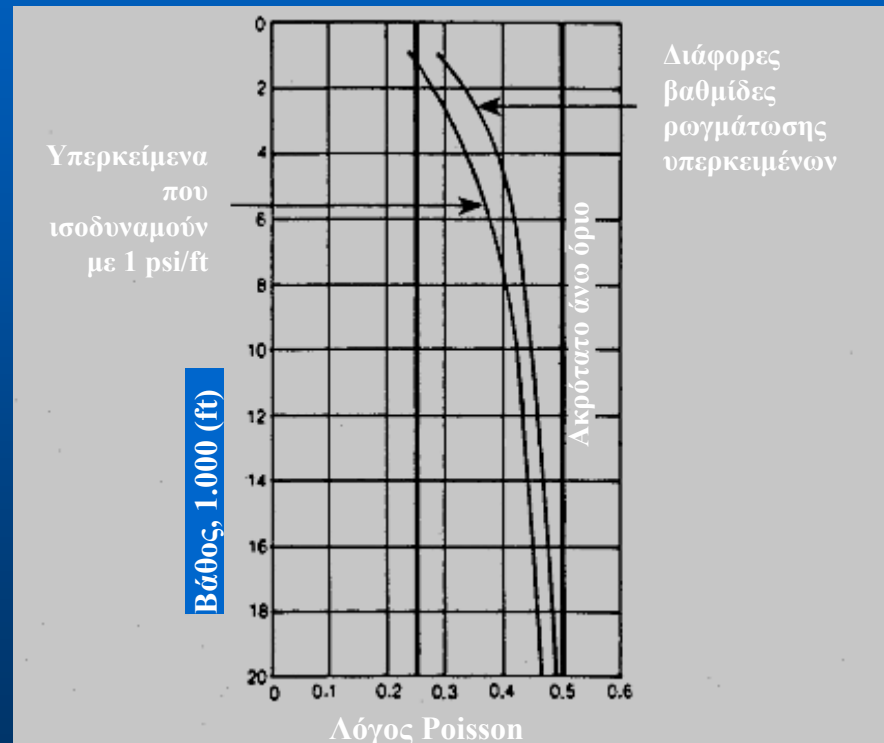
D : βάθος εξεταζόμενου σχηματισμού (ft)

Ρωγμάτωση του σχηματισμού

Βαθμίδα πίεσης υπερκειμένων → βάθος



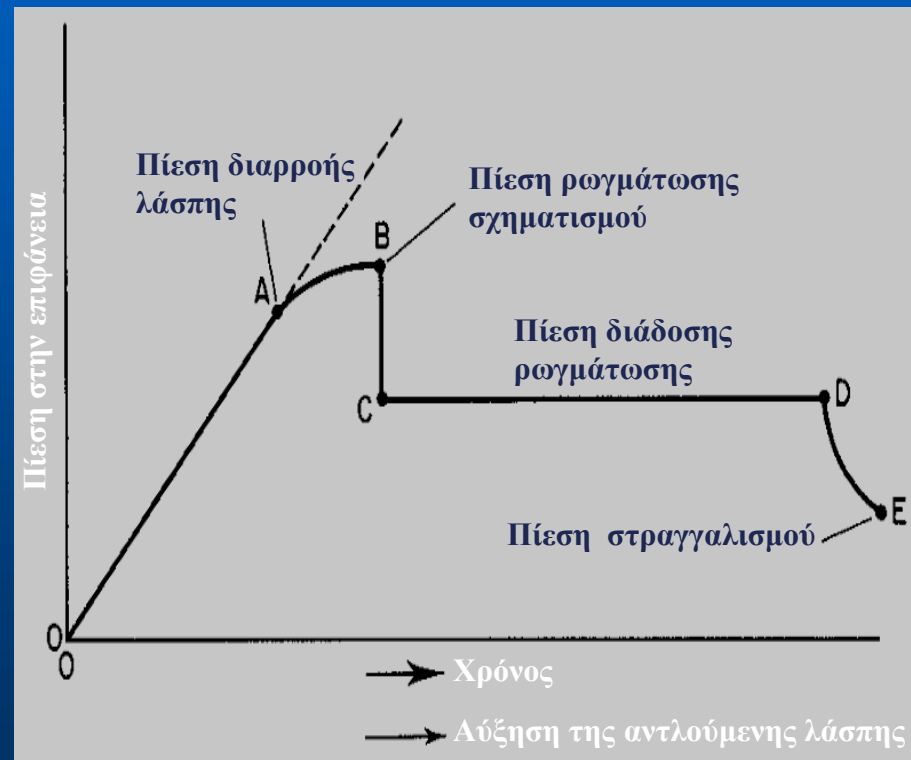
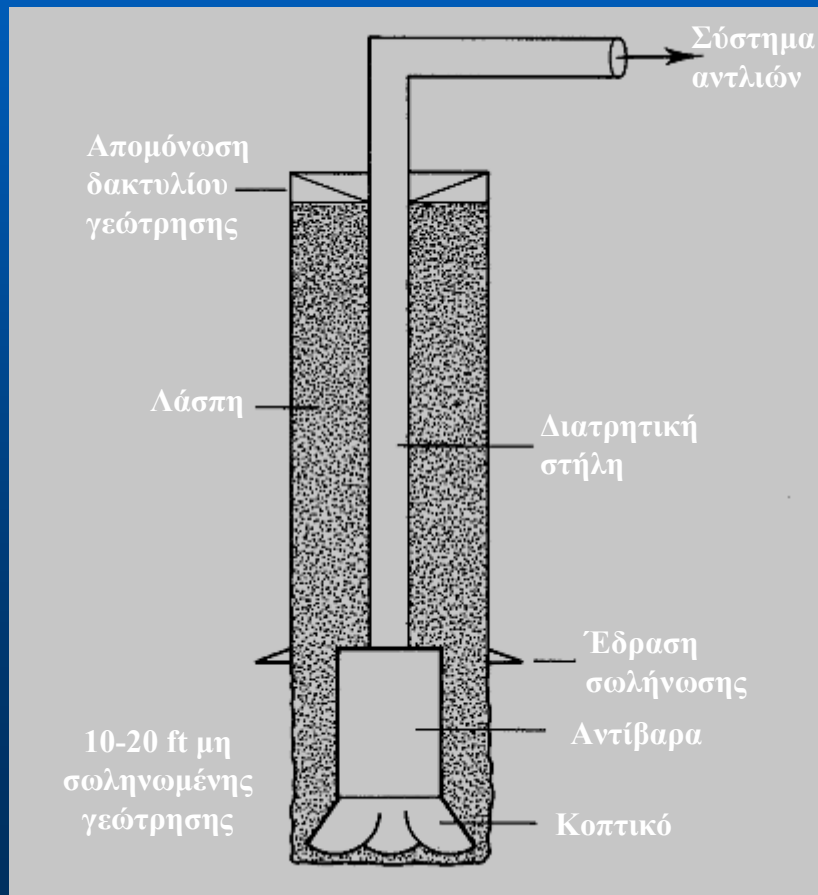
Λόγος Poisson → βάθος



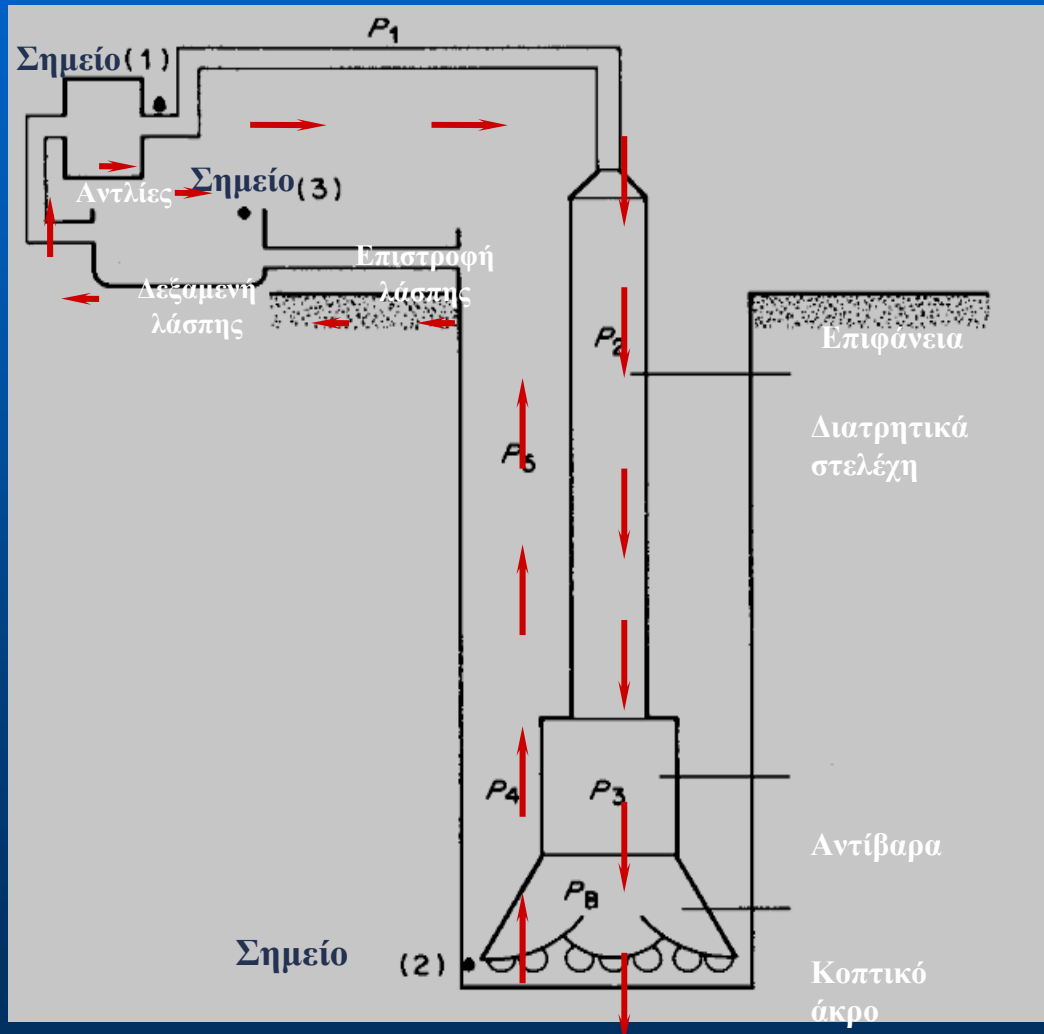
1 psi/ft → $\nu=0,4$

Ρωγμάτωση του σχηματισμού

Δοκιμή διαρροής (leak off test)



Λειτουργίες & χαρακτηριστικά των ρευστών διάτρησης



- ✓ Μεταφορά των προϊόντων της διάτρησης (θρύμματα) στην επιφάνεια
- ✓ Διατήρηση των θρυμμάτων εν αιωρήσει (αποφυγή καθίζησης) με τη διακοπή της κυκλοφορίας
- ✓ Ψύξη του κοπτικού και μείωση των τριβών της διατρητικής στήλης
- ✓ Σταθεροποίηση των τοιχωμάτων της γεώτρησης
- ✓ Αποτροπή εισροής ρευστών στη γεώτρηση από τους διατρύομενους σχηματισμούς
- ✓ Μετάδοση ενέργειας στον κινητήρα πυθμένα
- ✓ Επίδραση στην αποτελεσματικότητα της διάτρησης
- ✓ Παροχή χρήσιμων γεωλογικών πληροφοριών

Λειτουργίες & χαρακτηριστικά των ρευστών διάτρησης

Μεταφορά των προϊόντων της διάτρησης στην επιφάνεια

- Παράμετροι:**
- ➔ Ταχύτητα του ρευστού στον δακτύλιο
 - ➔ Ιξώδες ρευστού
 - ➔ Ταχύτητα καθίζησης τεμαχιδίων

Ταχύτητα ρευστού στον δακτύλιο

$$v_r = Q / V_a$$

Όπου:

v_r = ταχύτητα στο δακτύλιο (m/min)

Q = παροχή ρευστού (lb/min)

V_a = όγκος ρευστού/μονάδα μήκους του δακτυλίου (lb/m)

$$v_r = 25 \text{ έως } 60 \text{ m/min}$$

Ταχύτητα καθίζησης τεμαχιδίων

$$v_k = 175 d_\sigma (\rho_\sigma - \rho_\lambda)^{0.667} / (\rho_\lambda^{0.333} - \mu_e^{0.333})$$

Όπου:

v_k = ταχύτητα καθίζησης τεμαχιδίων (ft/min)

d_σ = διάμετρος θρυμμάτων (in)

ρ_σ = πυκνότητα θρυμμάτων (lb/gal)

ρ_λ = πυκνότητα ρευστού (lb/gal)

μ_e = ιξώδες ρευστού (cP)

Ταχύτητα ανύψωσης, v_a : $V_a = V_r - V_k$

Λειτουργίες & χαρακτηριστικά των ρευστών διάτρησης

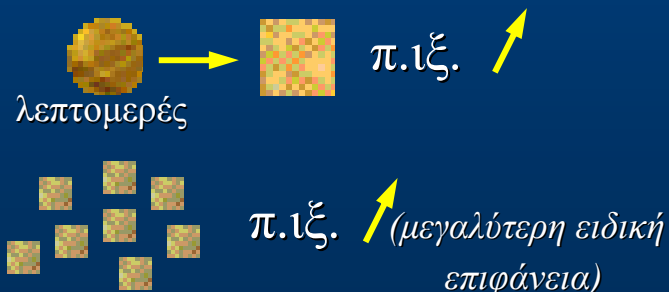
Ιξώδες



Αντίσταση ρευστού στη ροή

Μηχανική τριβή (πλαστικό ιξώδες-cP)

- ✓ Περιεκτικότητα του ρευστού σε στερεά σωματίδια
- ✓ Μέγεθος και το σχήμα σωματιδίων
- ✓ Ιξώδες της υγρής φάσης του ρευστού διάτρησης



Ηλεκτροχημικές ελκτικές δυνάμεις

(όριο διαρροής-yield point-lb/ft²)

- ✓ Σύνολο των θετικών ή αρνητικών φορτίων της επιφάνεια των τεμαχιδίων
- ✓ Σύσταση ρευστού
- ✓ Ηλεκτροχημικό περιβάλλον (υδάτινη φάση)



Απαιτούμενη αρχική υδραυλική πίεση για την έναρξη της ροής

Τύποι ρευστών διάτρησης

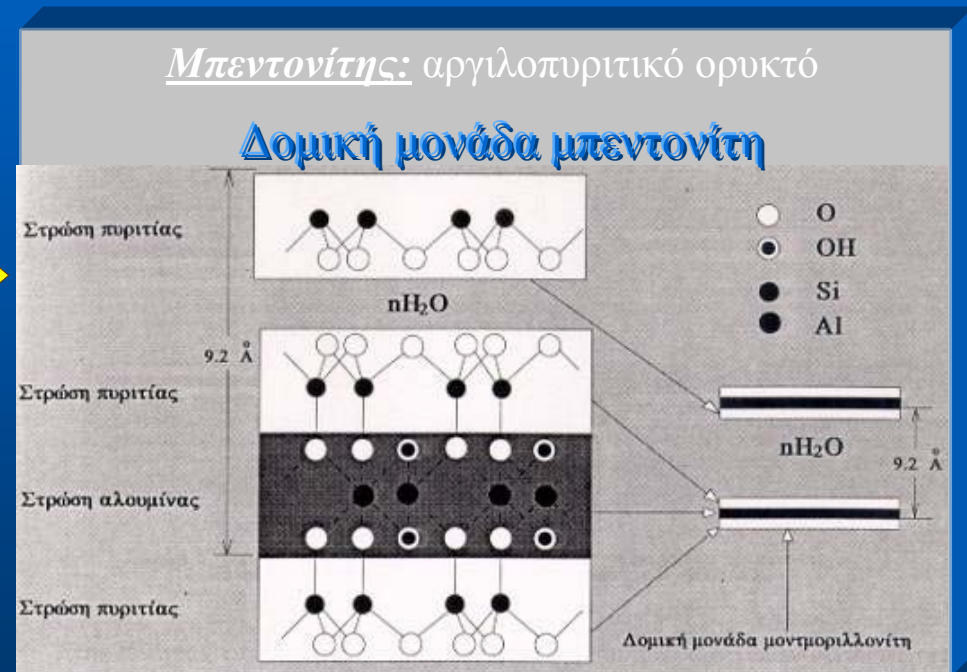
Λάσπη με βάση το νερό (water-based mud)

α. Συνεχής φάση: φρέσκο νερό
θαλασσινό νερό

β. Ενεργά στερεά: μπεντονίτης (φ.ν.) →
απταπουλγίτης (θ.ν.)

↓
Ρύθμιση ιξώδους

γ. Αδρανή στερεά: βαρύτης
θειούχος μόλυβδος
σιδηρομεταλλεύματα
χαλαζιακά υλικά



→ Ρύθμιση πυκνότητας

Τύποι ρευστών διάτρησης

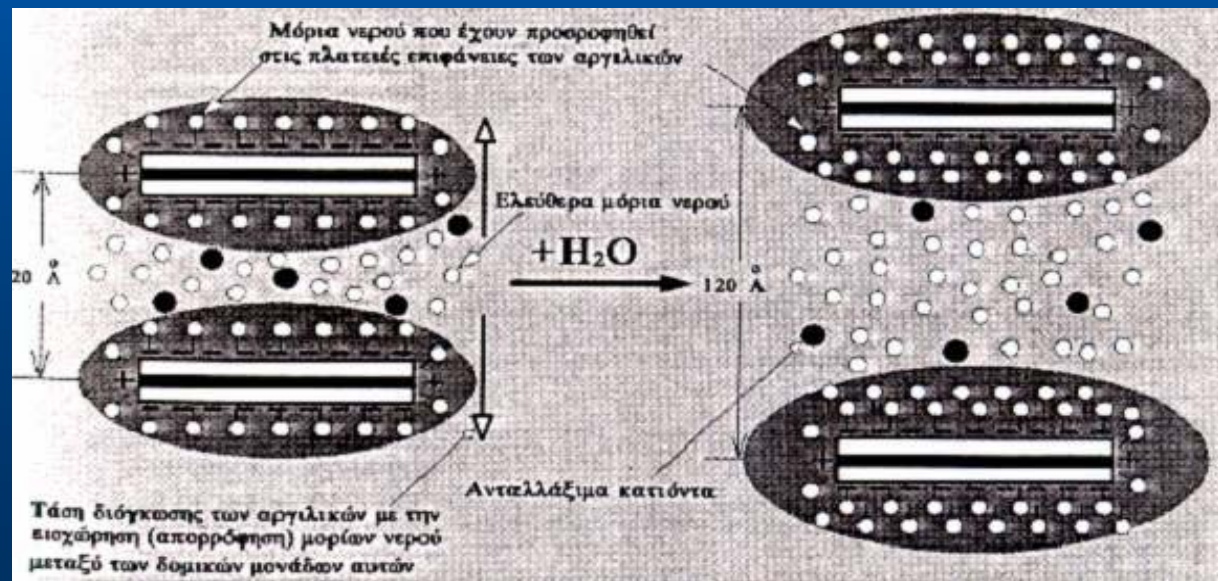
Λάσπη με βάση το νερό
(*water-based mud*)



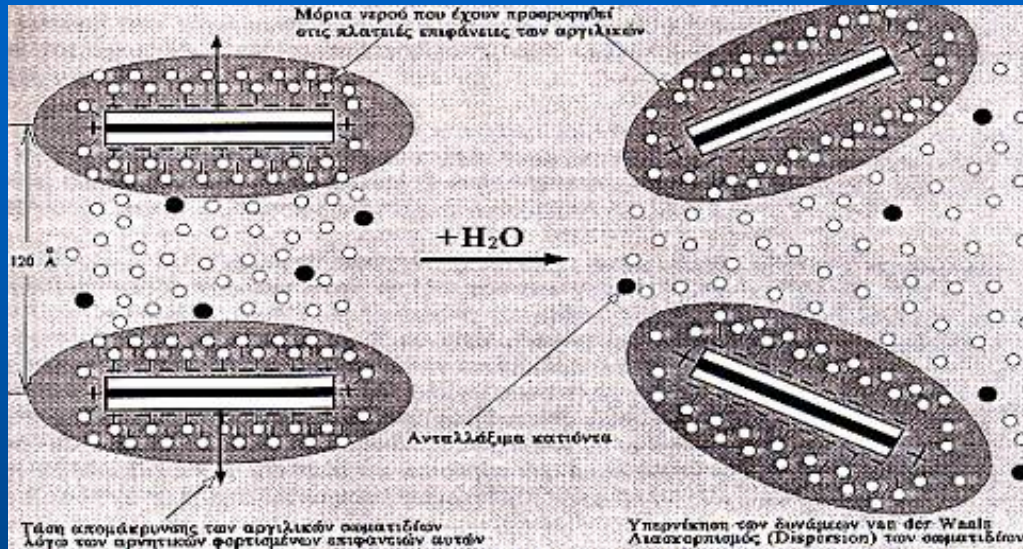
Μπεντονίτης + Νερό



ΔΙΟΓΚΩΣΗ



Τύποι ρευστών διάτρησης



Λάσπη με βάση το νερό
(water-based mud)

Μπεντονίτης + Νερό



Αποσύνθεση - Διασπορά



Σταθερό κolloειδές σύστημα

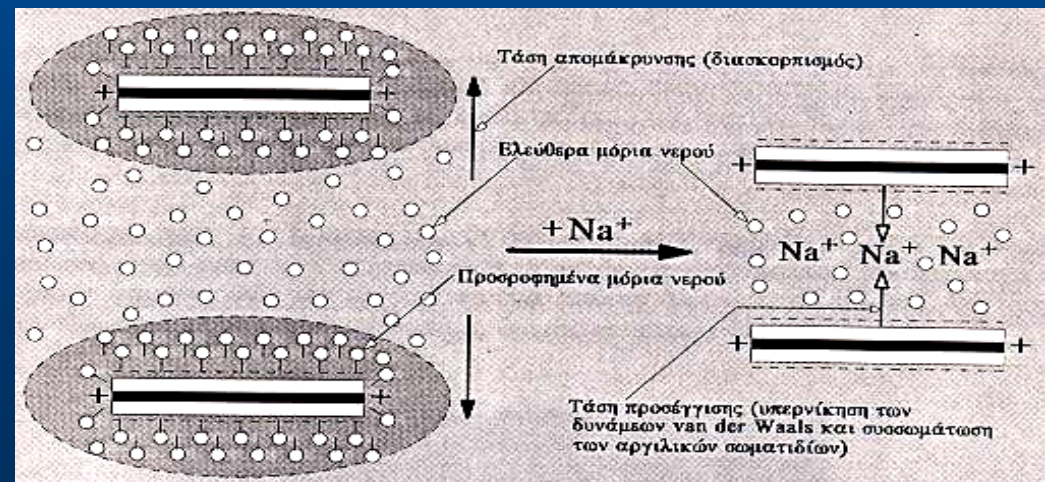
Μπεντονίτης + Ηλεκτρολύτης



Συσσωμάτωση - Κροκίδωση



- ✓ Εγκλωβίζονται μόρια νερού
- ✓ Ενισχύονται οι τάσεις προσέγγισης των αργιλικών σωματιδίων



Τύποι ρευστών διάτρησης

Λάσπη με βάση το νερό (water-based mud)

Διήθηση λάσπης σε περατούς πλευρικούς σχηματισμούς



Απόθεση στρώματος κολλοειδών τεμαχιδίων στα τοιχώματα της γεώτρησης

Μεγάλο πάχος επίστρωσης → καταπτώσεις, μεταβολή πίεσης, εμπλοκές διατρητικής στήλης

Υψηλή διαπερατότητα επίστρωσης → εισχώρηση υδάτινης φάσης στους σχηματισμούς και δημιουργία επίστρωσης μεγαλύτερου πάχους



Προβλήματα:






- Αργιλικόι σχηματισμοί (διόγκωση)
- Δόμοι άλατος
- Ανυδρίτες, γύψοι

Τύποι ρευστών διάτρησης

Λάσπη με βάση το πετρέλαιο (*oil-based mud*)

-  Μεγάλο κόστος
-  Περιβαλλοντική επιβάρυνση

Διάτρηση με αέρα, αφρό ή λάσπη ενισχυμένη με αέρα (*aerated mud*)

-  Υψηλές ταχύτητες ροής
-  Χαμηλή υδροστατική πίεση !! (ισχυρό σύστημα ασφάλειας)
-  Μεγάλη ταχύτητα διάτρησης
-  Δύσκολος διαχωρισμός στην επιφάνεια (αφρός)
-  Καλή συμπεριφορά σε ζώνες χαμηλών πιέσεων (*aerated muds*)

Τύποι ρευστών διάτρησης

Ρευστά με πολυμερή

- **Συνθετικά πολυμερή** (ακρυλικές ενώσεις διαλυτές στο νερό)
- **Φυσικά ή μερικώς τροποποιημένα πολυμερή** (κυτταρίνη, αμυλόκολλες)
- **Βιοπολυμερή** (δράση βακτηριδίων σε υδατάνθρακες, xanthan gum)

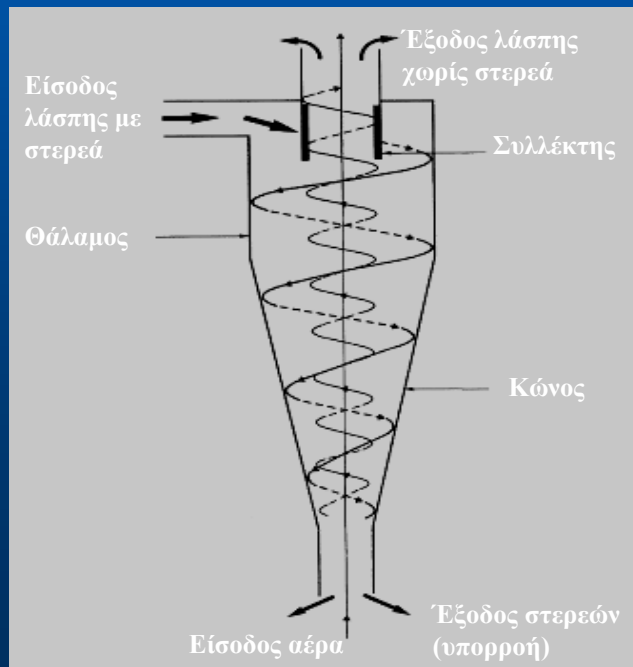


- Καλή λιπαντική δράση
- Επίστρωση μικρής διαπερατότητας & μικρού πάχους
- Προστασία αργιλικών σωματιδίων
- Χαμηλές απώλειες πιέσεων στο κύκλωμα ροής
- Μεγάλες ταχύτητες διάτρησης

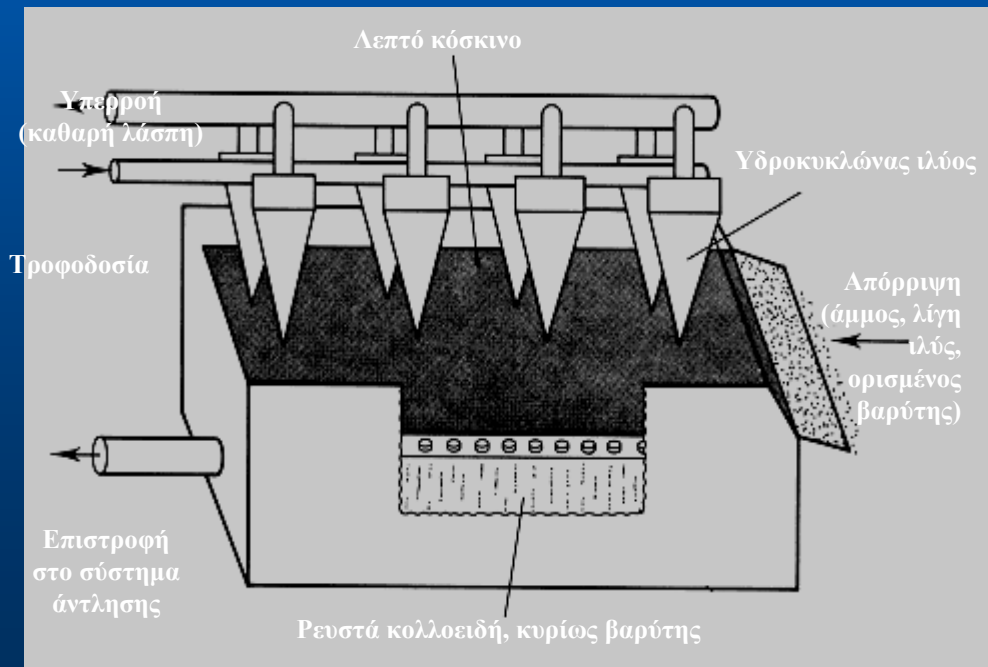
Επεξεργασία / καθαρισμός επιστρεφόμενων ρευστών

1. Βαθμωτά δονούμενα κόσκινα
2. Επικλινήσ αγωγός → διαχωρισμός με βαρύτητα
3. Κυκλώνες εν σειρά → φυγοκέντριση

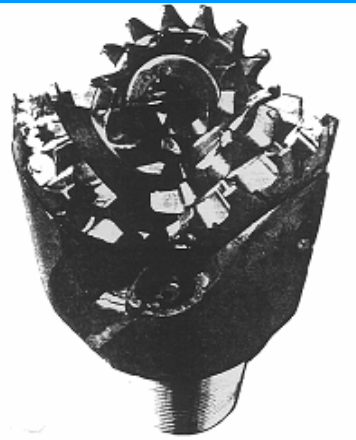
Μονός υδροκυκλώνας



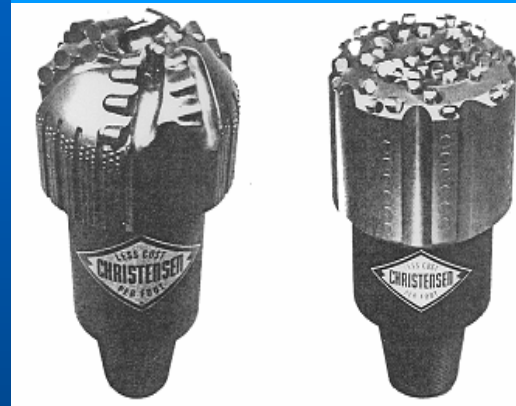
Συστοιχία υδροκυκλώνων



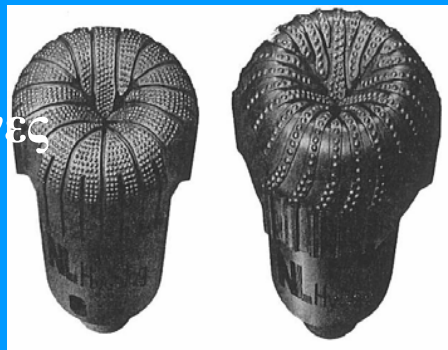
Τύποι κοπτικών άκρων



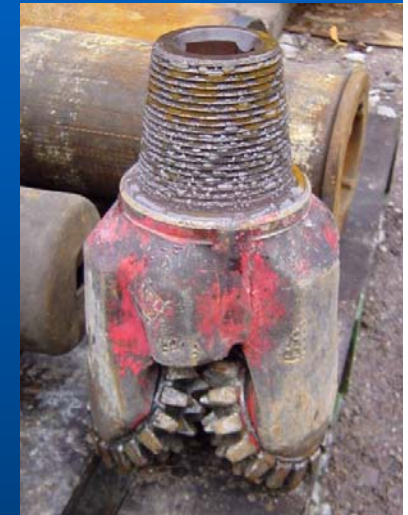
Κοπτικά με
περιστρεφόμενο
υς κώνους
(*Roller Cone Bits-
RCB ή rolling
cutter bits ή rock
bits*)



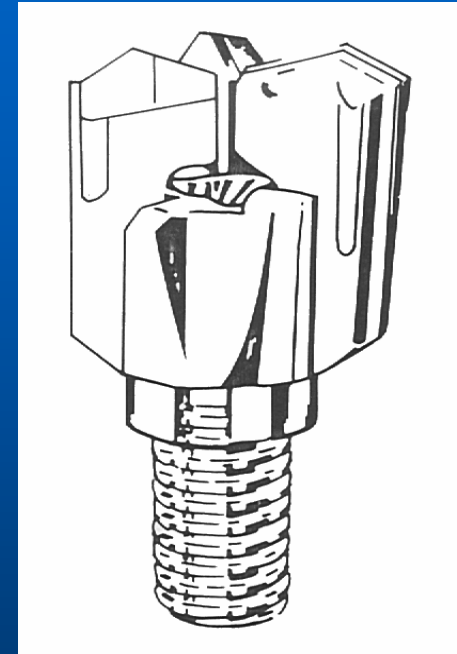
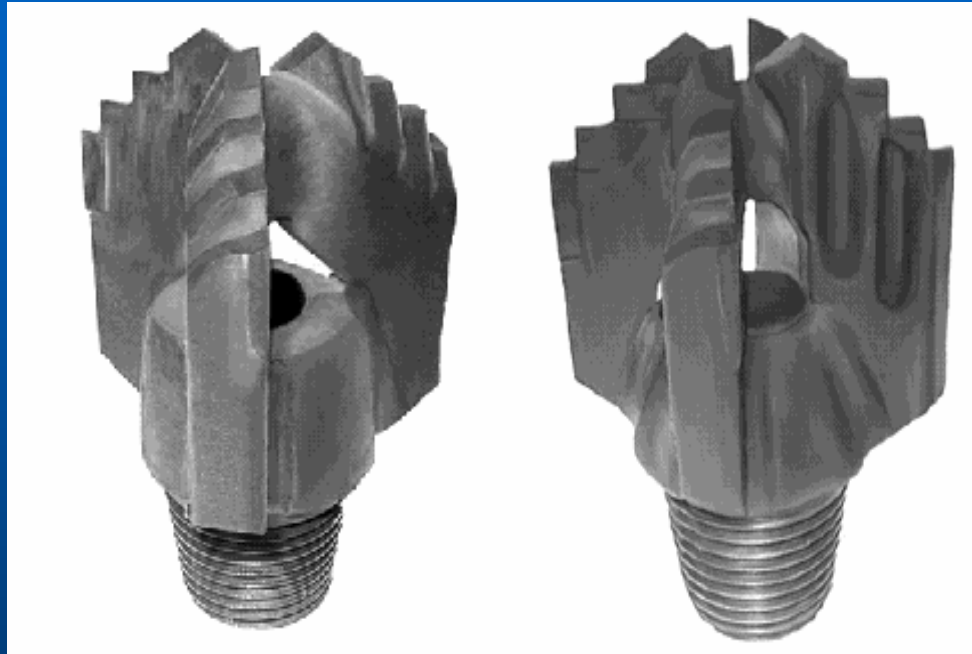
Αδαμαντοκορώνες
(*diamond bits*)



Πολυκρυσταλλικά
συμπαγή
αδαμαντοτρύπανα
(*Polycrystalline Diamond
Compact bits-PDC bits*)



Κοπτικά με ελάσματα (*drag bits*)



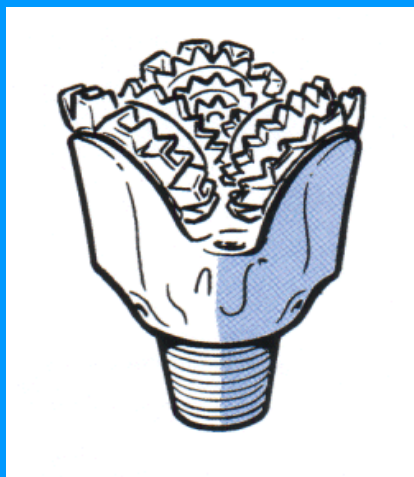
Τα κοπτικά με ελάσματα είναι κατάλληλα για σχηματισμούς:

Μαλακούς

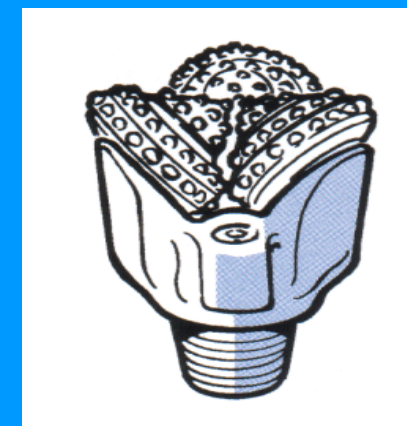
Κολλώδεις

Μη συνεκτικούς

Κοπτικά με περιστρεφόμενους κώνους (*Roller Cone Bits-RCB ή rolling cutter bits ή rock bits*)



(α) με ενσωματωμένους οδόντες



(β) με ένθετους (εμφυτευμένους) οδόντες

Μαλακά πετρώματα

χαμηλά θλιπτικά φορτία

Οδόντες { λεπτοί, οξύληκτοι, σχετικά μεγάλου μήκους

Διάταξη → αραιή

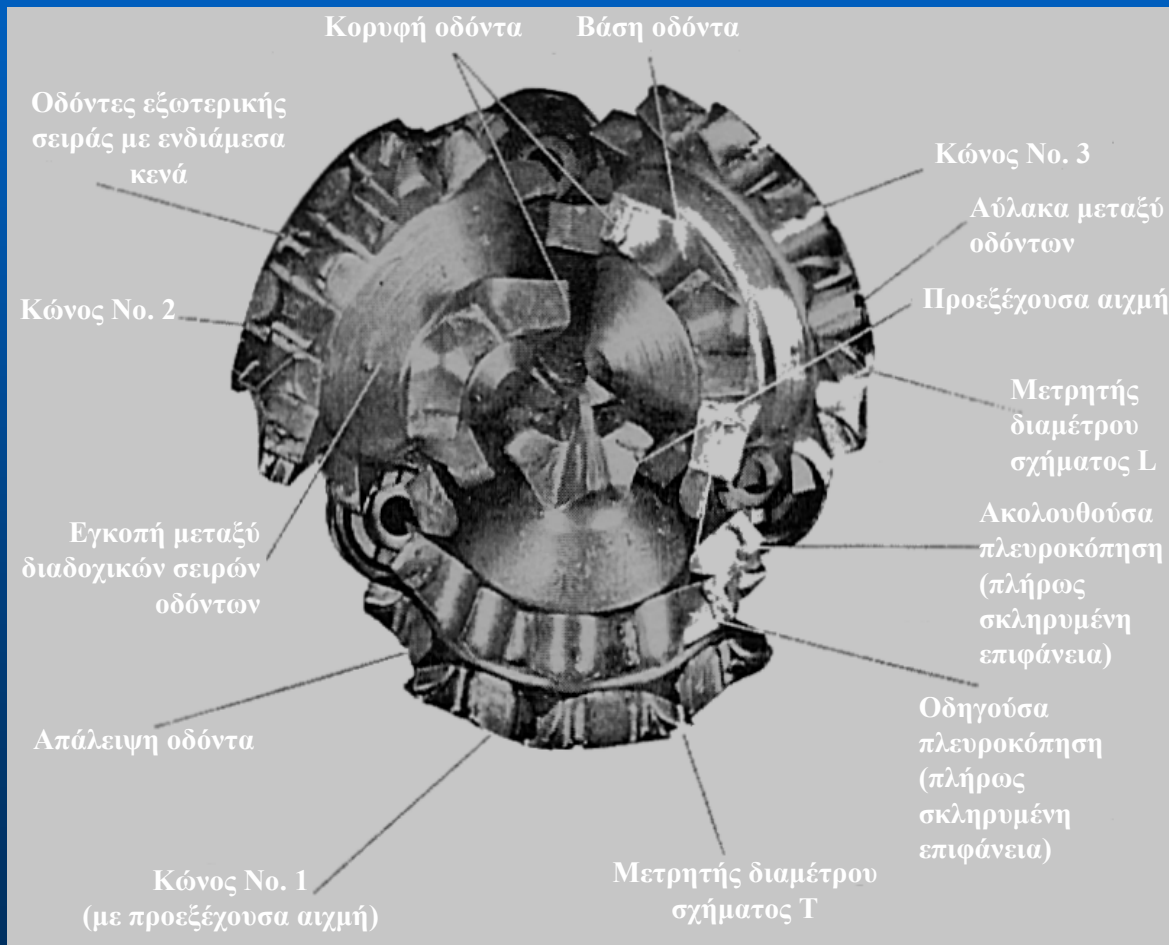
Σκληρά πετρώματα

υψηλά θλιπτικά φορτία

Οδόντες { μικρού μήκους, στρογγυλεμένοι

Διάταξη → πυκνότερη

Τρίκωνα κοπτικά (*three-cone bits*)

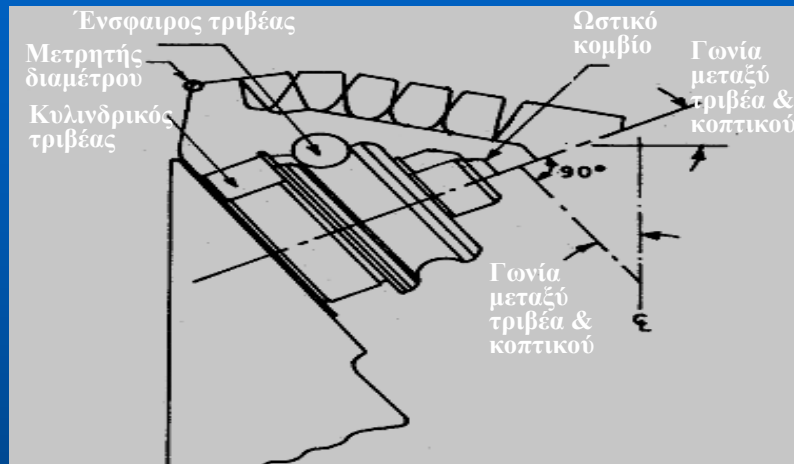


Τμήματα κοπτικού:

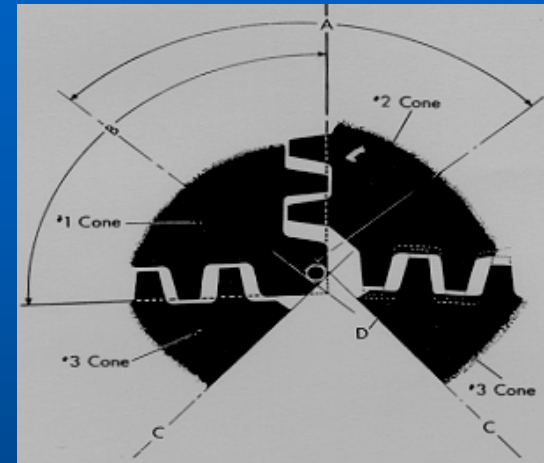
- ◆ άτρακτος (*shank*)
- ◆ σκέλη (*bit legs*)
- ◆ τριβείς (*journal pins*)



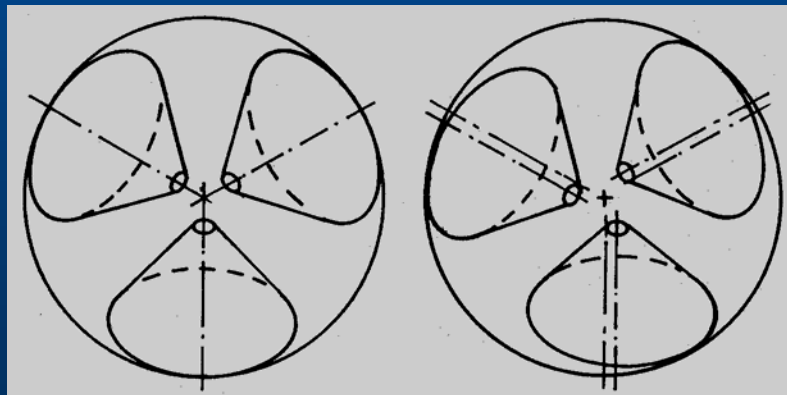
Στοιχεία σχεδιασμού τρίκωνων ΚΟΠΤΙΚΩΝ



Γωνία άξονα τριβέα και άξονα κοπτικού



Απόσταση & αλληλεμπλοκή οδόντων



Εκκεντρότητα κώνων



Υδραυλική συμπεριφορά

Ταξινόμηση τρίκωνων κοπτικών

	Series	Formations	Types	Standard roller bearing	Roller bearing Air-cooled	Roller bearing Gage protected	Sealed roller bearing	Sealed roller bearing Gage protected	Sealed friction bearing	Sealed friction bearing Gage protected
				1	2	3	4	5	6	7
Milled tooth bits	1	Soft formations with low compressive strength and high drillability	1							
			2							
			3							
			4							
	2	Medium to medium hard formations with high compressive strength	1							
			2							
			3							
			4							
	3	Hard semi-abrasive and abrasive formations	1							
			2							
			3							
			4							
Insert bits	4	Soft formations with low compressive strength and high drillability	1							
			2							
			3							
			4							
	5	Soft to medium formations with low compressive strength	1							
			2							
			3							
			4							
	6	Medium hard formations with high compressive strength	1							
			2							
			3							
			4							
7	Hard semi-abrasive and abrasive formations	1								
		2								
		3								
		4								
8	Extremely hard and abrasive formations	1								
		2								
		3								
		4								

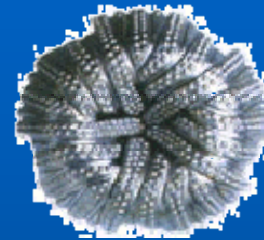
Additional letter

A = bits with friction-sealed bearings suited for air drilling
 C = jet bits with a central nozzle
 D = special bits for deviated wells
 E = jet bits with elongated nozzles

G = bits with reinforced protected gage
 J = bits with slanted nozzles
 R = bits with reinforced welds for cable-tool drilling
 S = bits with standard steel teeth

X = bits with wedge-shaped inserts
 Y = bits with conical inserts
 Z = bits with inserts other than wedge- or cone-shaped

Αδαμαντοκορώνες (*diamond bits*)



Κοπτικά κόκκων (διαμάντια σχετικά μεγάλου μεγέθους, εμφυτευμένα στη μήτρα)
(έως 130 λίθοι/καράτι) (1 καράτι = 0,2 gr)



Μαλακά και μέτριας σκληρότητας πετρώματα

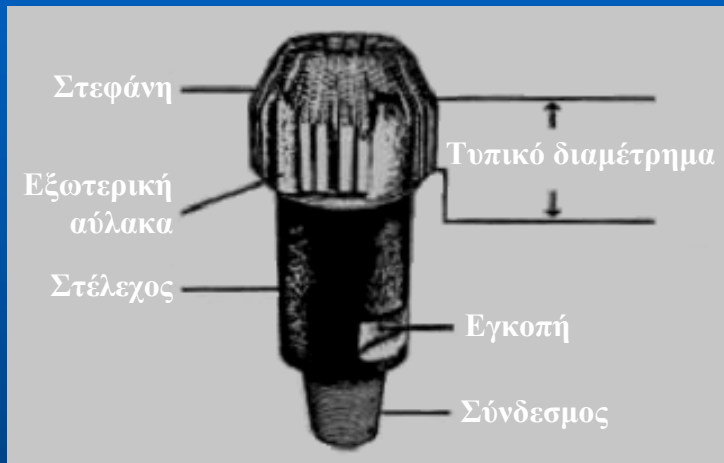
Κοπτικά κόνεως (διαμάντια μικρού μεγέθους, συσσωματωμένα στο υλικό της μήτρας)
(από 200-4.500 λίθοι/καράτι)



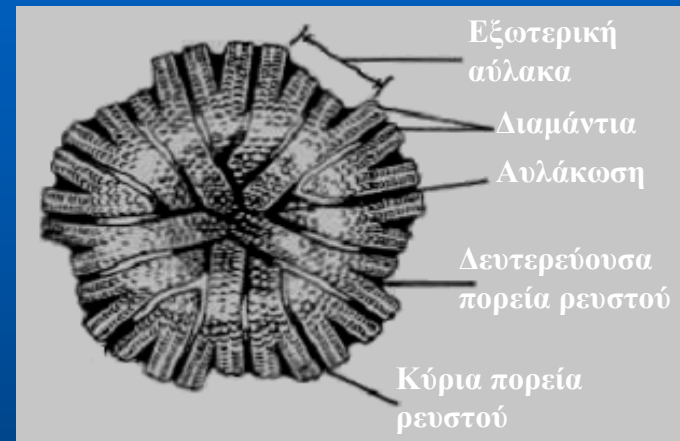
Σκληρά, φθοροποιά ή ρωγματωμένα πετρώματα

Αδαμαντοκορώνες (diamond bits) (με φυσικά διαμάντια)

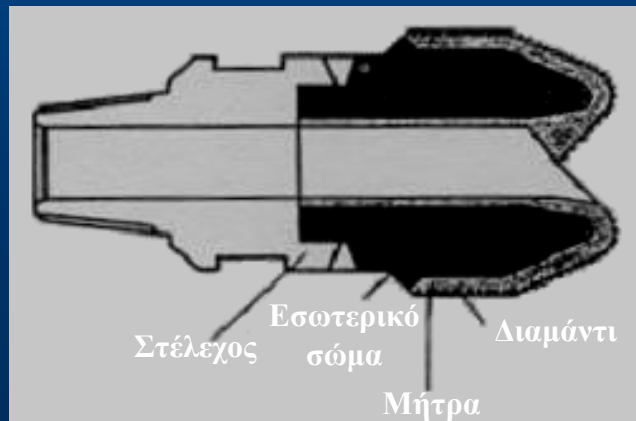
Τμήματα κοπτικού



Μέτωπο κοπτικού



Τομή κοπτικού

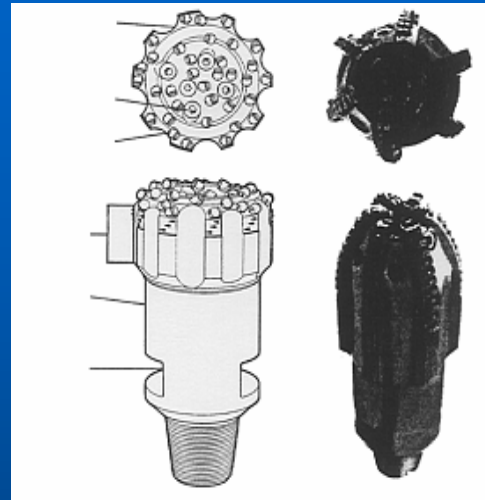


Τοποθέτηση των διαμαντιών σε καλούπι από γραφίτη

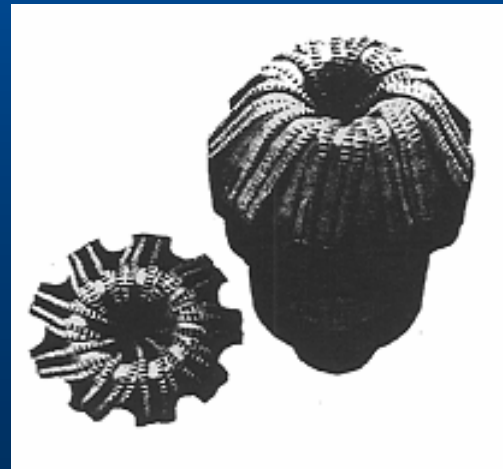


Πολυκρυσταλλικά αδαμαντοκοπτικά

Πολυκρυσταλλικά
συμπαγή
αδαμαντοκοπτικά
(*Polycrystalline
Diamond Compact bits –
PDC bits*)



Θερμικά σταθερά
πολυκρυσταλλικά
αδαμαντοκοπτικά
(*Thermally Stable
polycrystalline diamond
compact Bits – TSP bits*)



Εξωτερική
αύλακα

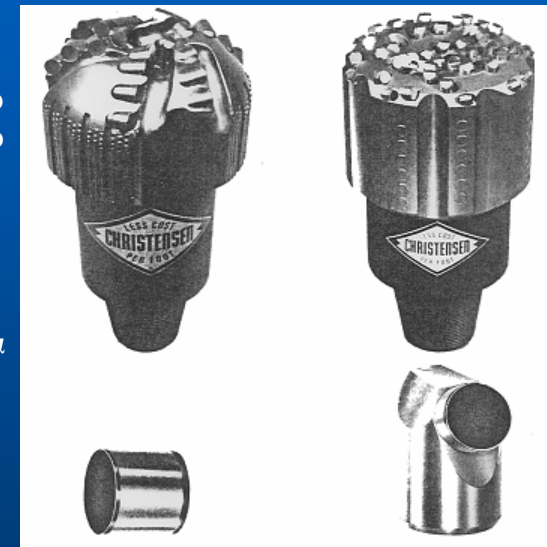
Εναλλάξιμο
ακροφύσιο

Κοπτήρας
PDC

Διαμέτρημα

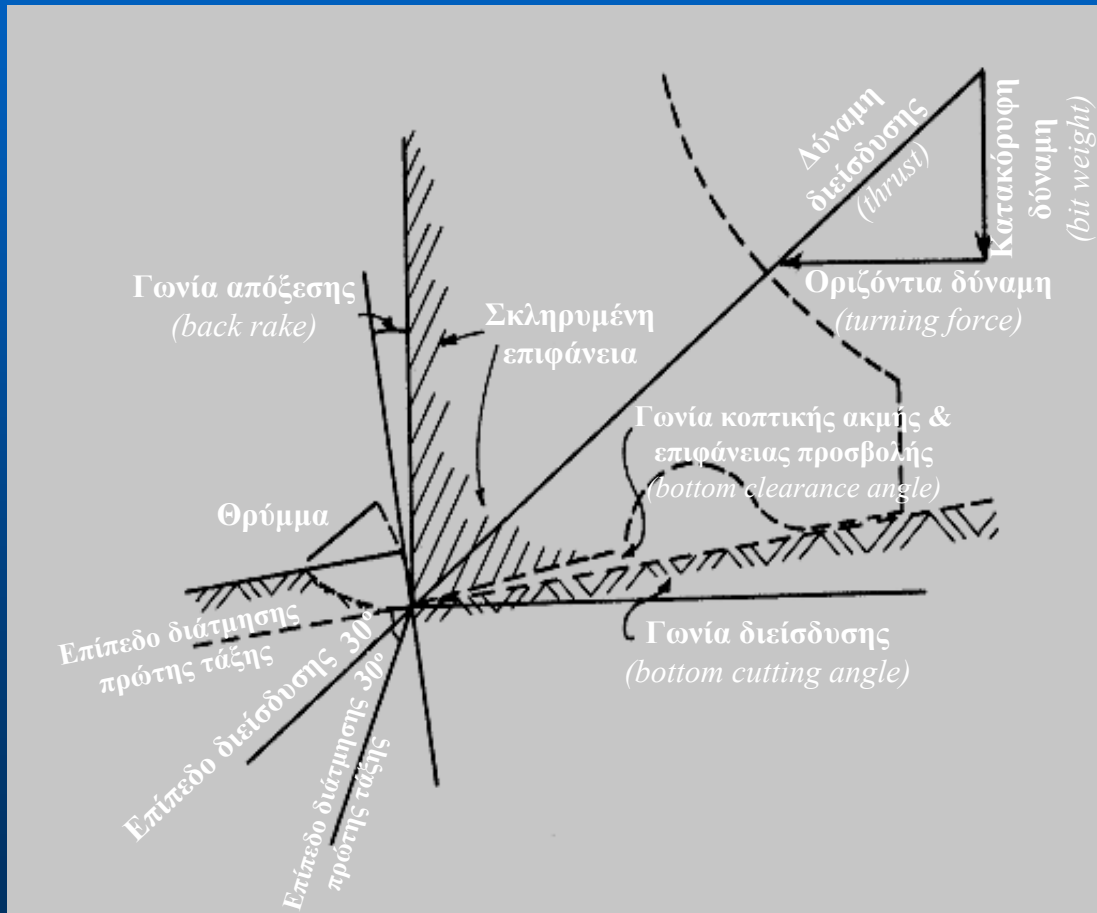
Στέλεχος

Εγκοπή



Μηχανισμός αποσύνθεσης του πετρώματος

Λειτουργία κοπτικών με ελάσματα



Γωνία μεταξύ κοπτικής ακμής και επιφάνειας προσβολής !!

Ενσφήνωση ελάσματος
+
ελικοειδής κίνηση κοπτικού

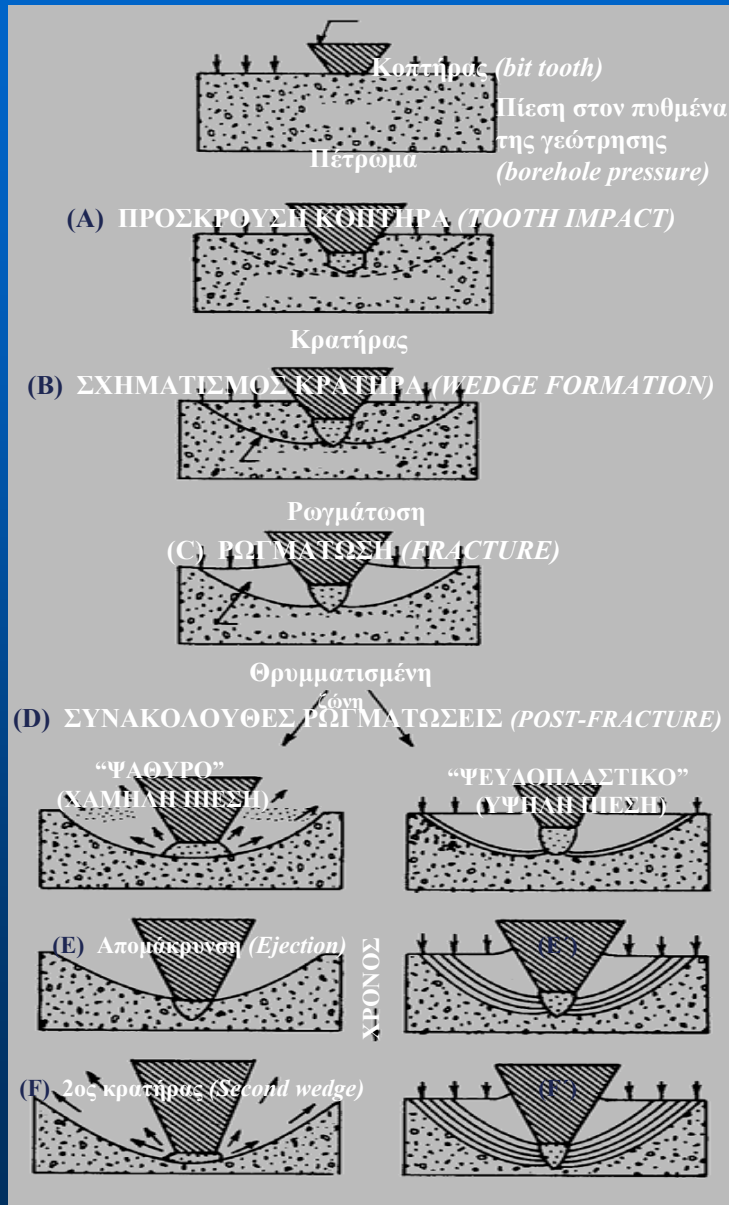
Κατακόρυφη δύναμη (W.O.B)
+
Οριζόντια δύναμη (ροπή στρέψης)

Δύναμη διείδυσης



Πλευρική θραύση του πετρώματος που ξεκινά από τη θέση της εγκοπής με κατεύθυνση τη φορά της περιστροφής

Μηχανισμός αποσύνθεσης του πετρώματος



Λειτουργία κοπτικών με περιστρεφόμενους κώνους (θεωρία των κρατήρων)

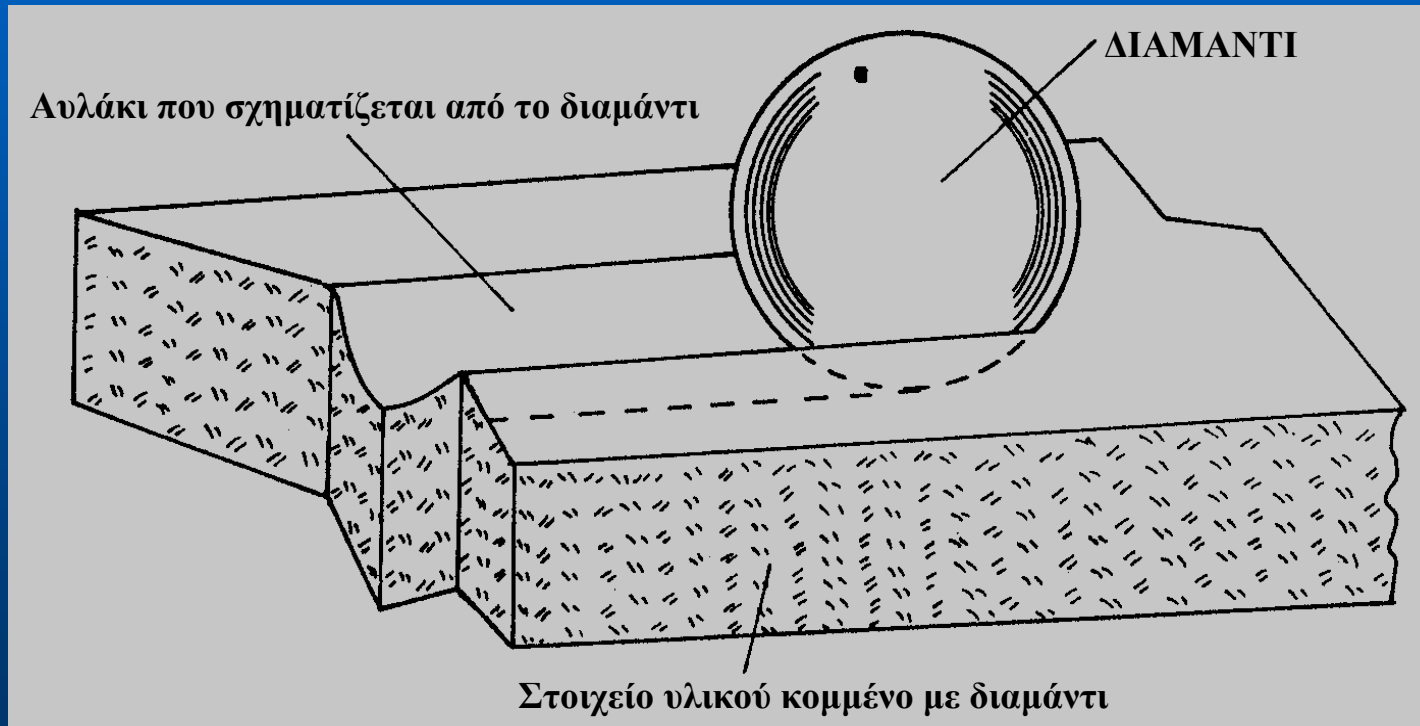
- (A) Αξονική φόρτιση (P) στον κοπήρα (bit tooth)
- (B) $P >$ θλιπτικής αντοχής πετρώματος \rightarrow περιοχή σύνθλιψης (μορφής κρατήρα - crushed wedge)
- (C) Αύξηση P \rightarrow συμπίεση πετρώματος από κοπήρα \rightarrow έντονες πλευρικές δυνάμεις στο συμπαγές πέτρωμα \rightarrow διατμητική τάση $>$ διατμητικής αντοχής \rightarrow ρωγμάτωση πετρώματος (fracture)
- (D) Συνεχής αύξηση P \rightarrow συνακόλουθες ρωγματοώσεις \rightarrow έντονα θρυμματισμένη ζώνη (broken rock)
- (E) Χαμηλές διαφορές πιέσεων: εύκολη απομάκρυνση θρυμματισμένου πετρώματος (ejection) από τον κρατήρα
- (F,G) Μετατόπιση κοπήρα, επανάληψη ίδιου μηχανισμού
- (E') Υψηλές διαφορές πιέσεων: P + τριβή \rightarrow δύσκολη απομάκρυνση θρυμμάτων από τον κρατήρα
- (F',G') Μετατόπιση επιπέδων ρωγμάτωσης // επίπεδο αρχικής ρωγμάτωσης (πλαστική παραμόρφωση - ψευδοπλαστικοί κρατήρες)

(E) Απομάκρυνση (Ejection)

(G)

Μηχανισμός αποσύνθεσης του πετρώματος

Λειτουργία αδαμαντοκορώνων



Συνδυασμός διάτμησης και θλίψης ➡ Διείσδυση διαμαντιών
➡ Έντονο σβάρνισμα (π.χ. όργωμα με άροτρο – ploughing action)

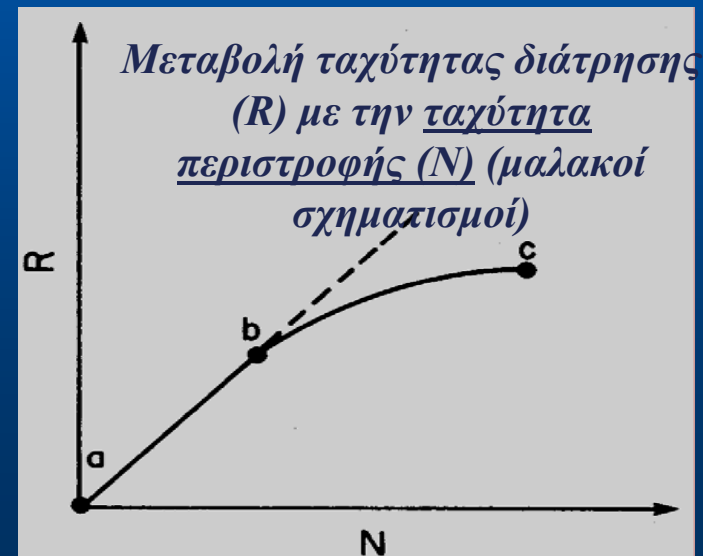
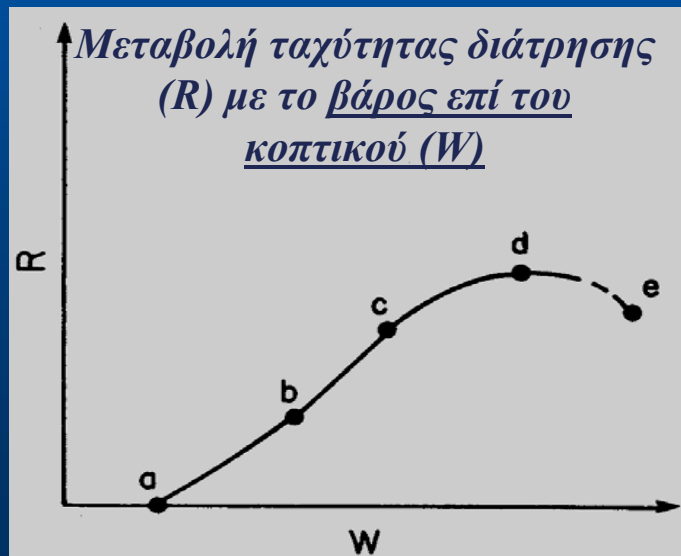
Παράμετροι λειτουργίας κοπτικών

➡ Τεχνικές παράμετροι διάτρησης:

- ✓ Μηχανικές παράμετροι: (βάρος επί του κοπτικού, ταχύτητα περιστροφής, τύπος κοπτικού)
- ✓ Υδραυλικές παράμετροι: (παροχή λάσπης, πίεση λάσπης, τύπος και χαρακτηριστικά ρευστού διάτρησης, όπως πυκνότητα, ιξώδες κ.λπ.)

➡ Ιδιότητες πετρώματος: (μηχανικές, ορυκτολογικές, φθοροποιές)

Μηχανικές παράμετροι



Παράμετροι λειτουργίας κοπτικών

Υδραυλικές παράμετροι

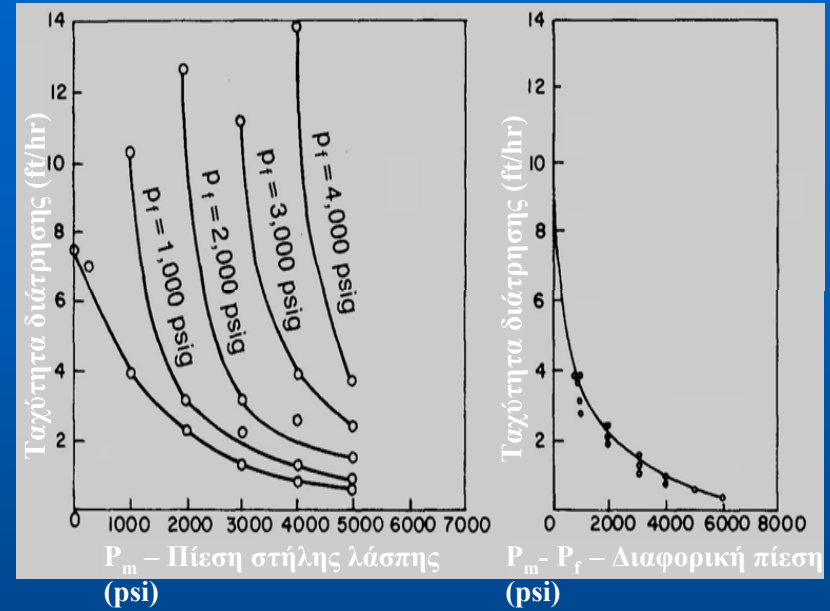
Ιδιότητες ρευστού διάτρησης:

⇒ (πυκνότητα, διαφορική πίεση, ιξώδες)

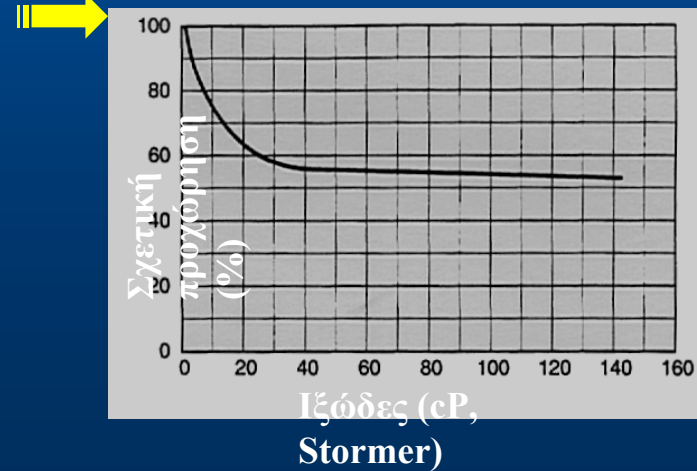
ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΑΣ



⇒ Παροχή αντλιών:

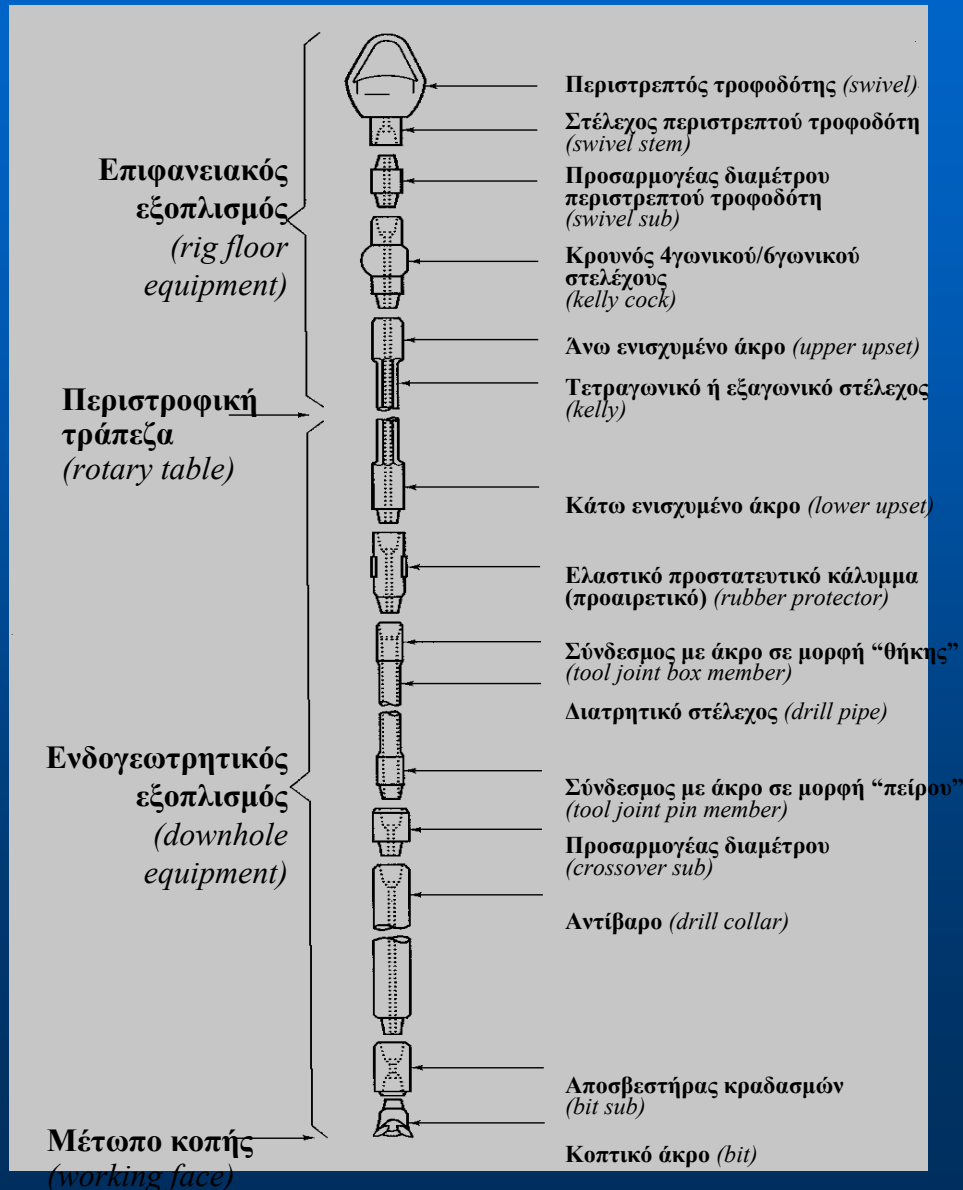


⇒ Ταχύτητα εκροής ακροφυσίων



Περιγραφή διατρητικής στήλης

Διατρητική στήλη ≡ Συνδεσμολογία κοίλων σωληνοειδών



Βασικά μέρη:

- ✓ Τετραγωνικό ή εξαγωνικό στέλεχος (*kelly*)
- ✓ Σειρά διατρητικών στελεχών
- ✓ Κατώτερη συνδεσμολογία (*Bottom Hole Assembly – BHA*)

Λειτουργία:

- ✓ Σύνδεση γεωτρύπανου με κοπτικό άκρο
- ✓ Μετάδοση περιστροφικής κίνησης στο κοπτικό άκρο
- ✓ Άσκηση βάρους-επί-του-κοπτικού (*Weight On Bit – WOB*)
- ✓ Κυκλοφορία λάσπης διάτρησης προς και από το κοπτικό άκρο
- ✓ Ανέλκυση και καθέλκυση κοπτικού
- ✓ Ευστάθεια κατώτερης συνδεσμολογίας
- ✓ Έλεγχος των πιέσεων
- ✓ Εγκατάσταση ειδικών οργάνων (*Measurement-While-Drilling ή Monitor-While-Drilling*)

Περιγραφή διατρητικής στήλης

Διατρητικά στελέχη & σύνδεσμοι

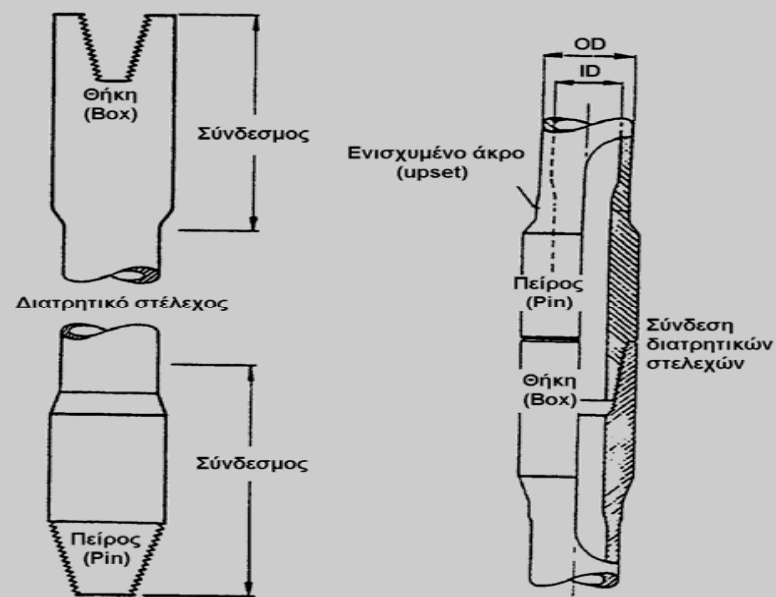
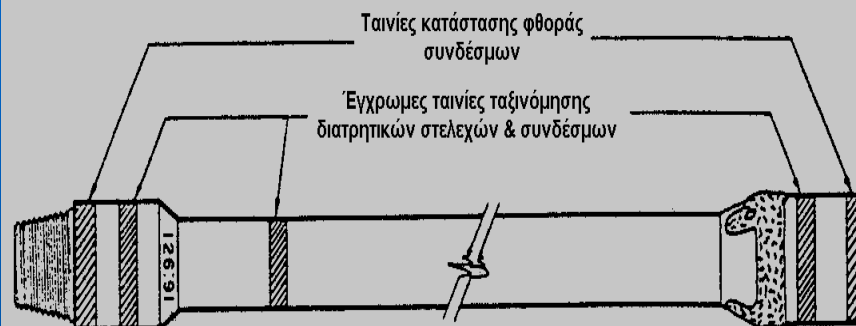
Χαρακτηριστικά:

- ✓ Τυποποιημένο μήκος (27-30 ft)
- ✓ Τυποποιημένο μέγεθος (Outside Diameter-OD) (3 ½ ή 5 in)
- ✓ Κατηγορία χάλυβα (Grade) (D, E, X, G, S)
- ✓ Κλάση φθοράς (Class) (I, Premium, II, III, IV)

Παράμετροι:

- ✓ Ονομαστικό βάρος ανά μονάδα μήκους (nominal weight)
- ✓ Εσωτερική διάμετρος (Internal Diameter-ID)
- ✓ Μηχανικές ιδιότητες
- ✓ Αντοχή σε εφελκυσμό (όριο ελαστικότητας) (tensile yield strength)
- ✓ Αντοχή σε θλίψη (collapse pressure)
- ✓ Αντοχή σε διάρρηξη (burst pressure)
- ✓ Αντοχή σε στρέψη (torsional strength)

Σειρά διατρητικών στελεχών & συνδέσμων ≡ τμήμα διατρητικής στήλης με το μεγαλύτερο μήκος

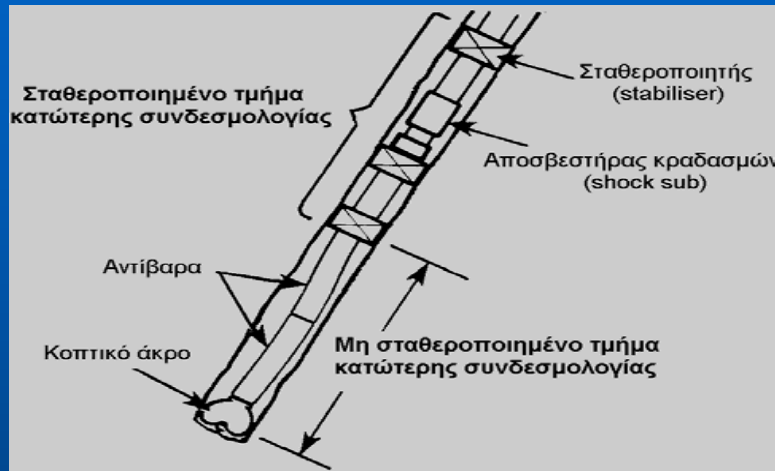


Περιγραφή διατρητικής στήλης

Κατώτερη Συνδεσμολογία (Bottom Hole Assembly – BHA)

Λειτουργία:

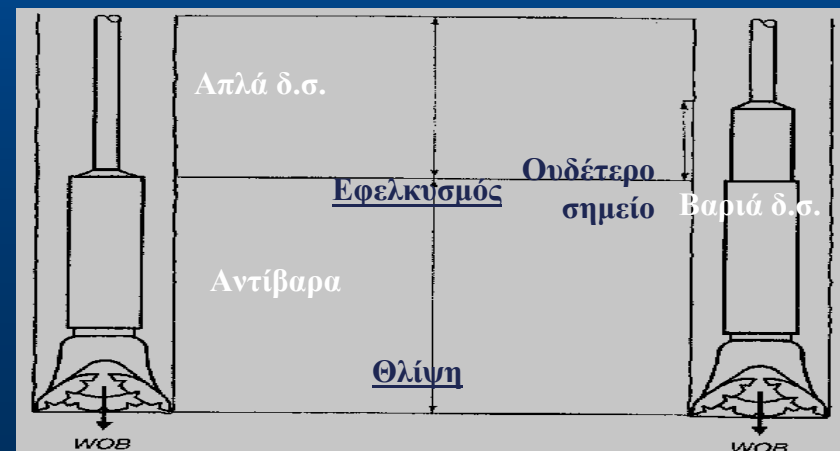
- Αποτελεσματική φόρτιση κοπτικού (βάρος αντιβάρων)
- Παρεμποδίζει την ανάπτυξη κεκαμμένων τμημάτων (*dog legs*) & τμημάτων μειωμένης διαμέτρου (*key seats*)
- Εξασφαλίζει ομαλή διατομή & διάμετρο
- Βελτιώνει την απόδοση του κοπτικού
- Ελαχιστοποιεί τα προβλήματα διάτρησης



Βαριά διατρητικά στελέχη (Heavy Weight Drill Pipes – HWDP)

Λειτουργία:

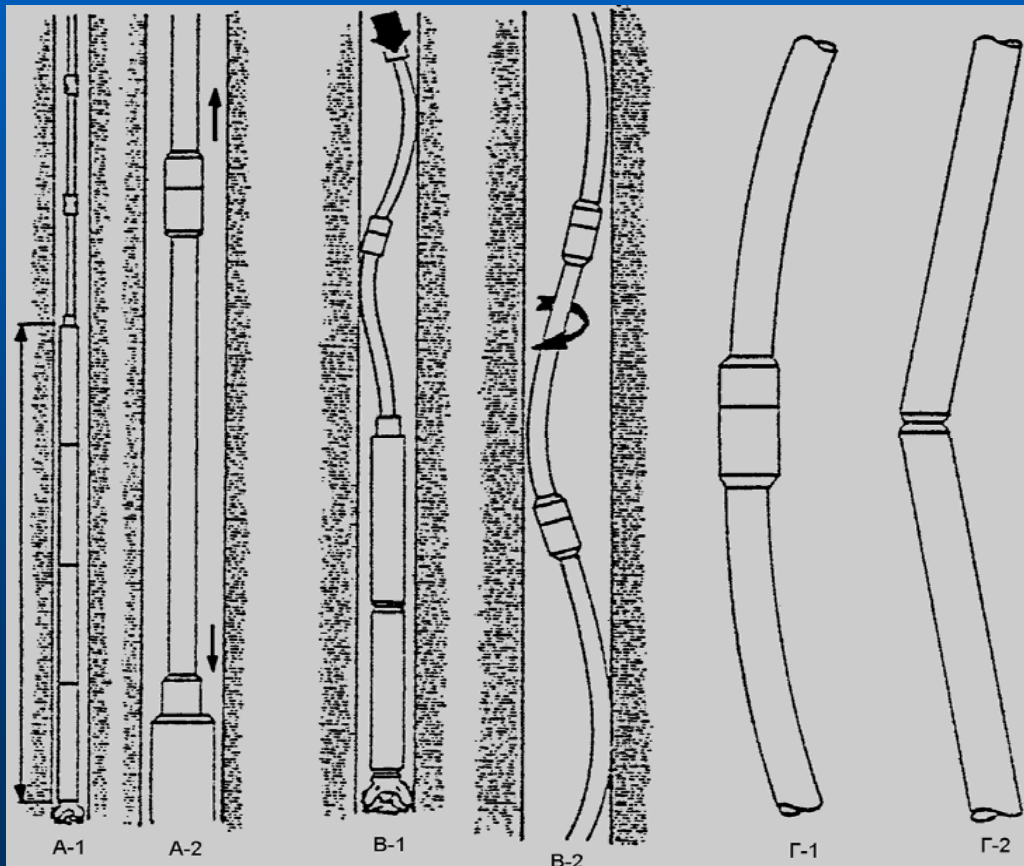
- Μειώνουν το κόστος διάτρησης
- Εξαλείφουν την αστοχία των δ.σ. πάνω από τα αντίβαρα
- Υποκαθιστούν τμήμα των αντιβάρων
- Περιορίζουν την τάση για αλλαγή της τροχιάς
- Στις κατευθυνόμενες γεωτρήσεις ασκούν επιπλέον βάρος-επί-του-κοπτικού



Περιγραφή διατρητικής στήλης

Αντίβαρο (drill collars)

Μέγεθος αντιβάρου (OD) = f (διαμέτρου γεώτρησης & συνολικής ακαμψίας κατώτερης συνδεσμολογίας)



Λειτουργία:

- ❖ Βασική λειτουργία η εφαρμογή βάρους-επί του-κοπτικού
- ❖ Επαρκές μήκος (A-1) ώστε η σειρά των δ.σ. να διατηρείται υπό εφελκυσμό (A-2)
- ❖ Σε αντίθετη περίπτωση (B-1) η δ.σ. λειτουργεί υπό θλίψη (B-2) → σημαντική καταπόνηση και φθορά δ.σ. (Γ-1) & συνδέσμων (Γ-2)
- ❖ Ελέγχουν την ευστάθεια του κοπτικού
- ❖ Ελαχιστοποιούν τα προβλήματα ελέγχου της τροχιάς, παρέχοντας ακαμψία στην κατώτερη συνδεσμολογία

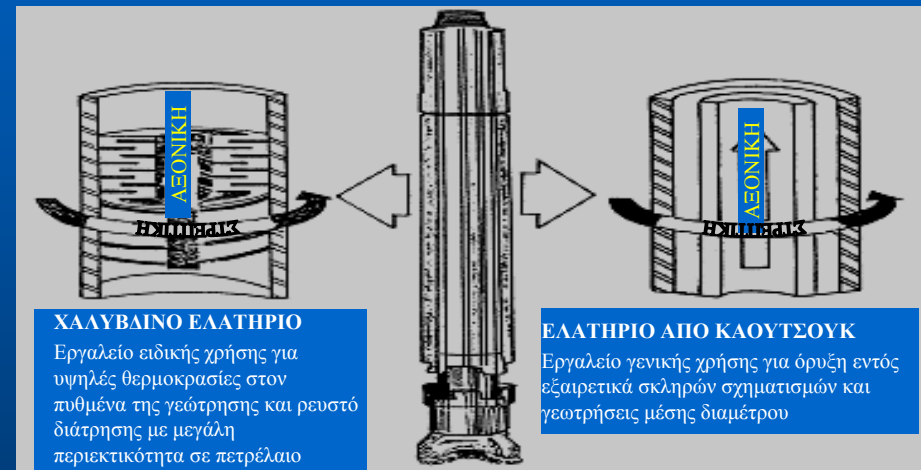
Περιγραφή διατρητικής στήλης

Βοηθητικός εξοπλισμός

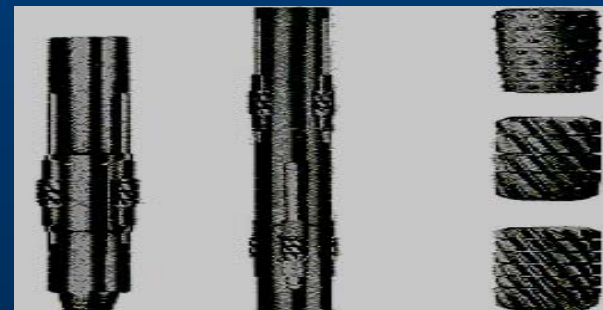
Σταθεροποιητές (*stabilisers*)



Αποσβεστήρες κραδασμών (*shock subs*)



Αποξεστήρες (*reamers*)



Σχεδιασμός διατρητικής στήλης

Βασικές αρχές:

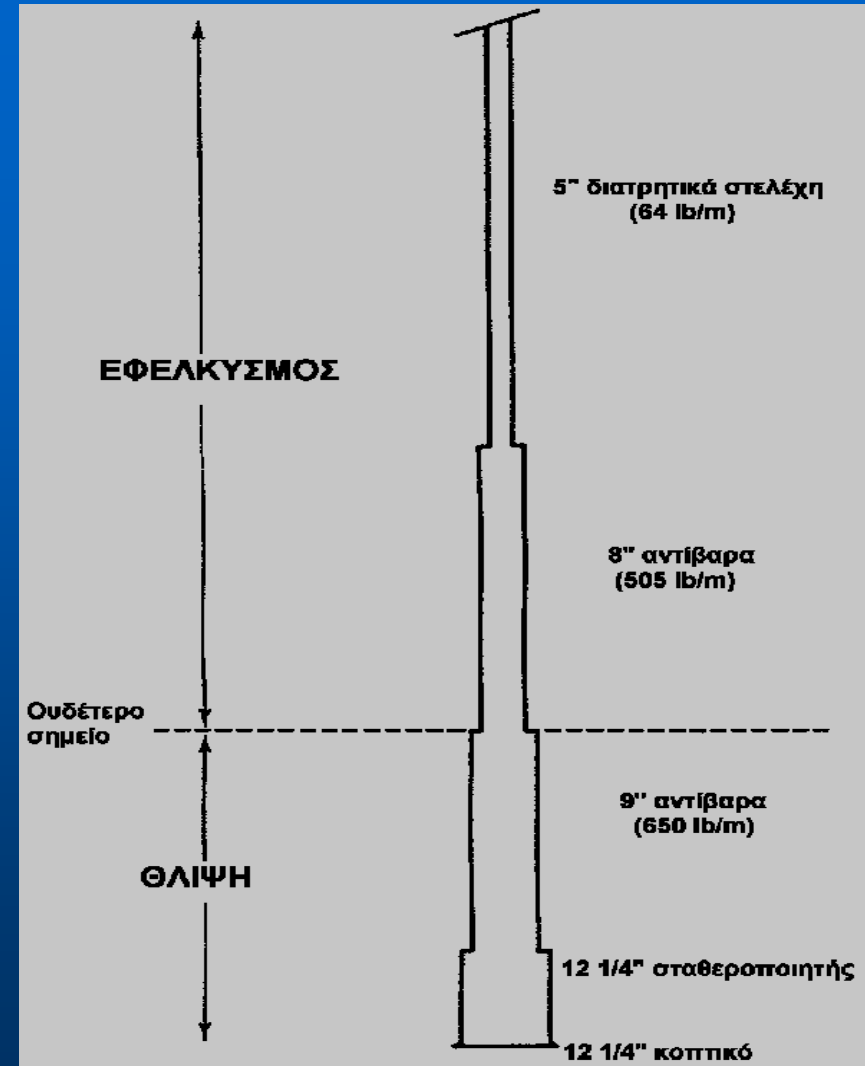
- ↪ Διατήρηση σειράς διατρητικών στελεχών:
ΠΑΝΤΑ υπό εφελκυσμό
- ↪ Διατήρηση κατώτερης συνδεσμολογίας:
ΠΑΝΤΑ υπό θλίψη

Επιλογή δ.σ.

- ↪ Συνολικό μήκος ↪ Βάρος
- ↪ Τύπος (κατηγορία, κλάση)

Κριτήρια σχεδιασμού δ.σ.:

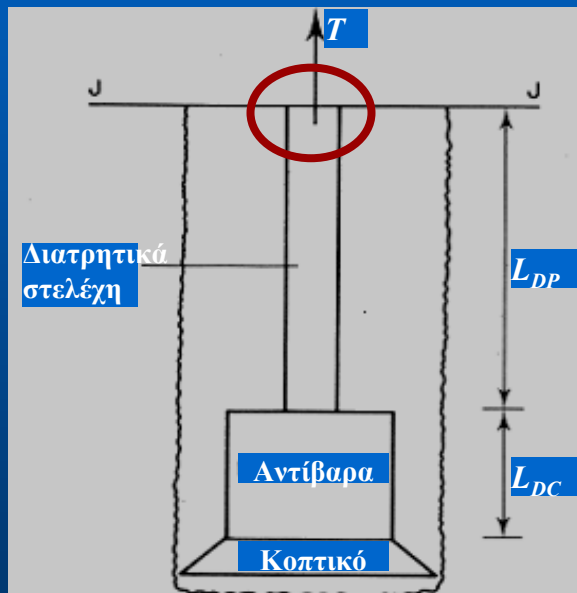
- ↪ Εφελκυσμός (*tension*) ↪ Θλίψη (*collapse*)
- ↪ Φορτία λόγω κραδασμών (*shock loading*)
- ↪ Στρέψη (*torsion*) ↪ Διάρρηξη (*burst*)
- ↪ Ένταση κεκαμμένου τμήματος (*dogleg severity*)



Σχεδιασμός διατρητικής στήλης

Εφελκυσμός (tension)

Επιλογή βάρους, κατηγορίας χάλυβα και κλάσης φθοράς δ.σ. & συνδέσμων



Βασικές έννοιες:

- ❑ Φορτίο λειτουργίας: το μέγιστο εφελκυστικό φορτίο που μπορεί να φέρει ένας σύνδεσμος
- ❑ Αντοχή σε εφελκυσμό (tensile yield strength), T_e
- ❑ Μέγιστο εφελκυστικό φορτίο σχεδιασμού, T_α : $T_\alpha \leq 0,9 \cdot T_e$
- ❑ Μέγιστο επιτρεπόμενο στατικό φορτίο λειτουργίας, T : το βάρος που φέρει ο κάθε σύνδεσμος όταν η διατρητική στήλη βρίσκεται εκτός λειτουργίας μέσα στη γεώτρηση

Κορυφαίος σύνδεσμος (JJ):
$$T = \left[(L_{DP} \times w_{DP}) + (L_{DC} \times w_{DC}) \right] \times k$$

Κύριες μέθοδοι υπολογισμού T :

i. Σχεδιαστικός συντελεστής ασφαλείας σε εφελκυσμό, F_s :

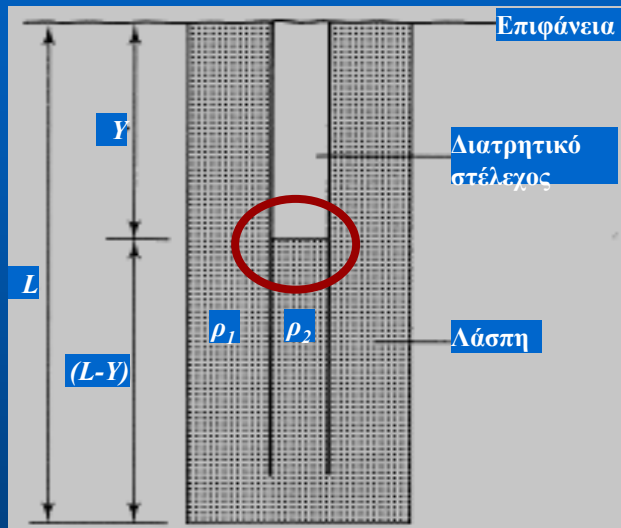
$$T = \frac{T_\alpha}{F_s} = \frac{T_e \times 0,9}{F_s}$$

ii. Περιθώριο δυναμικού εφελκυστικού φορτίου ανέλκυσης, R_T :

$$T = T_\alpha - R_T = T_e \times 0,9 - R_T$$

Σχεδιασμός διατρητικής στήλης

Θλίψη (collapse)



Βασικές έννοιες:

❑ Θλιπτική πίεση αστοχίας: η εξωτερική υδροστατική πίεση του δακτυλίου που απαιτείται για να προκαλέσει μόνιμη παραμόρφωση του διατρητικού στελέχους

❑ Μέγιστη διαφορά υδροστατικής πίεσης, P_h :

$$P_h = g \cdot [L \times \rho_1 - (L - Y) \times \rho_2]$$

❑ Εντελώς άδειο διατρητικό στέλεχος, $Y=0, \rho_2=0$: $P_h = 9,81 \times L \times \rho_1$

❑ Ίδια πυκνότητα ρευστού, $\rho_1=\rho_2=\rho$: $P_h = 9,81 \times Y \times \rho$

Στρέψη (torsion)

❑ Ροπή στρέψης (torque) πάνω στη διατρητική στήλη δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τη μέγιστη ροπή στρέψης για το σπείρωμα των συνδέσμων

❑ Μέγιστη επιτρεπόμενη ροπή στρέψης, M :

$$\left(\frac{T}{T} \right) + \left(\frac{M}{M} \right) \leq 1$$

Φορτία λόγω κραδασμών (shock loading)

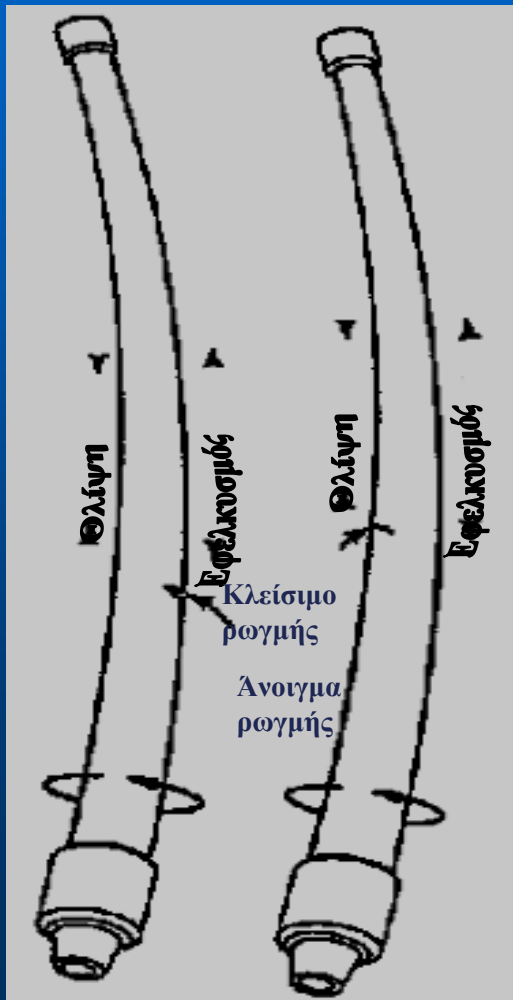
❑ Εφελκυστική τάση, T_{SL} , ως αποτέλεσμα των φορτίων που αναπτύσσονται λόγω κραδασμών

$$T_{SL} = 1451,52 \times w_{DP}$$

όπου w_{DP} βάρος δ.σ. ανά μονάδα μήκους (kg/m)

Σχεδιασμός διατρητικής στήλης

Ένταση κεκαμμένου τμήματος (dogleg severity)



- Η κόπωση του δ.σ. επιταχύνεται σε κεκαμμένα τμήματα της γεώτρησης, όπου το στέλεχος διέρχεται από κυκλικά εναλλασσόμενες τάσεις.
- Η κόπωση του δ.σ. σε κεκαμμένα τμήματα της γεώτρησης αποτελεί σημαντικό πρόβλημα, εφόσον η γωνία καμπυλότητας του κεκαμμένου τμήματος της γεώτρησης (ένταση καμπυλότητας, dogleg severity) είναι μεγαλύτερη από μια κρίσιμη τιμή.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση κεκαμμένου τμήματος ως κριτήριο αστοχίας λόγω κόπωσης:

$$c = \frac{432.000 \sigma_b \tanh KL}{\pi ED KL} \quad K = \sqrt{\frac{T}{EI}}$$

Όπου:

c: μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση κεκαμ. τμήμ. (°/100 ft), E: μέτρο ελαστικότητας υλικού (psi), D: εξωτ. διάμ. δ.σ. (in), L ήμισυ απόστασης μεταξύ συνδέσμων (in) (L=180 in.), T εφελκ. φορτίο κάτω από το κεκαμ. τμήμα (lb), σ_b μέγιστη επιτρεπόμενη καμπτική τάση (psi), και I ροπή αδράνειας δ.σ. [$I = \pi/64 \cdot (D^4 - d^4)$]

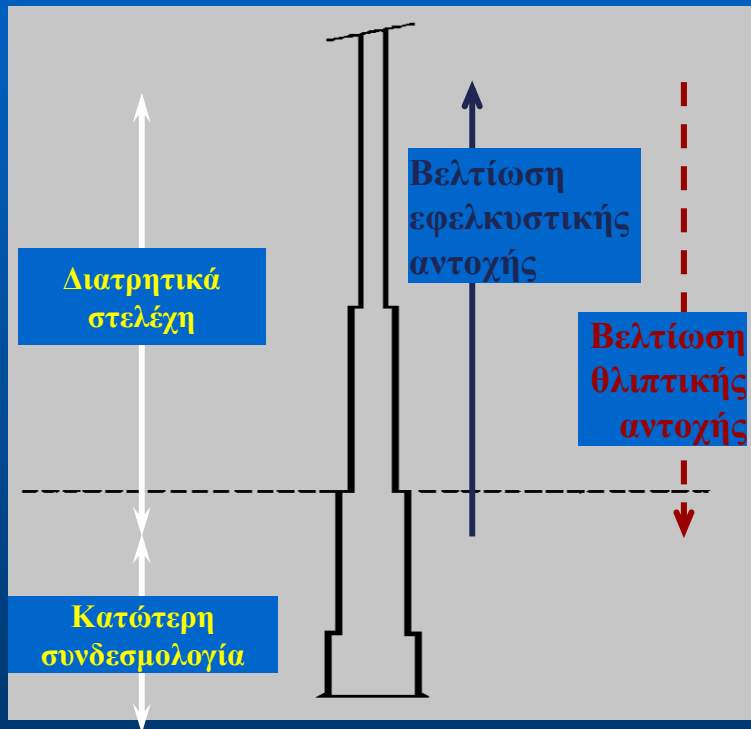
□ Άλλες παράμετροι:

- Η μέγιστη επιτρεπόμενη καμπτική τάση, σ_b , υπολογίζεται από την εφέλκυστική τάση, σ_t , και εξαρτάται από την κατηγορία του στελέχους.

- Εφέλκυστική τάση, σ_t : $\sigma_t = \frac{T}{A}$ όπου A: εμβαδόν διατομής δ.σ. (σε in²).

Σχεδιασμός διατρητικής στήλης

Μεθοδολογία σχεδιασμού διατρητικών στελεχών – ΕΠΙΛΥΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ



Βασικά βήματα:

- Εξέταση των δεδομένων & των ζητούμενων
- Εφαρμογή των βασικών κριτηρίων σχεδιασμού δ.σ.:

A. ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ

B. ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΘΛΙΨΗΣ

(Συνήθης εφαρμογή με την παραπάνω σειρά. Ενίοτε, ανάλογα με τα δεδομένα του προβλήματος, το κριτήριο B μπορεί να εφαρμοστεί πρώτο)

A. Κριτήριο εφελκυσμού:

Τα λιγότερο ανθεκτικά στελέχη ➡ (μικρότερη εφελκυστική αντοχή) τοποθετούνται κοντά στην κατώτερη συνδεσμολογία

B. Κριτήριο θλίψης:

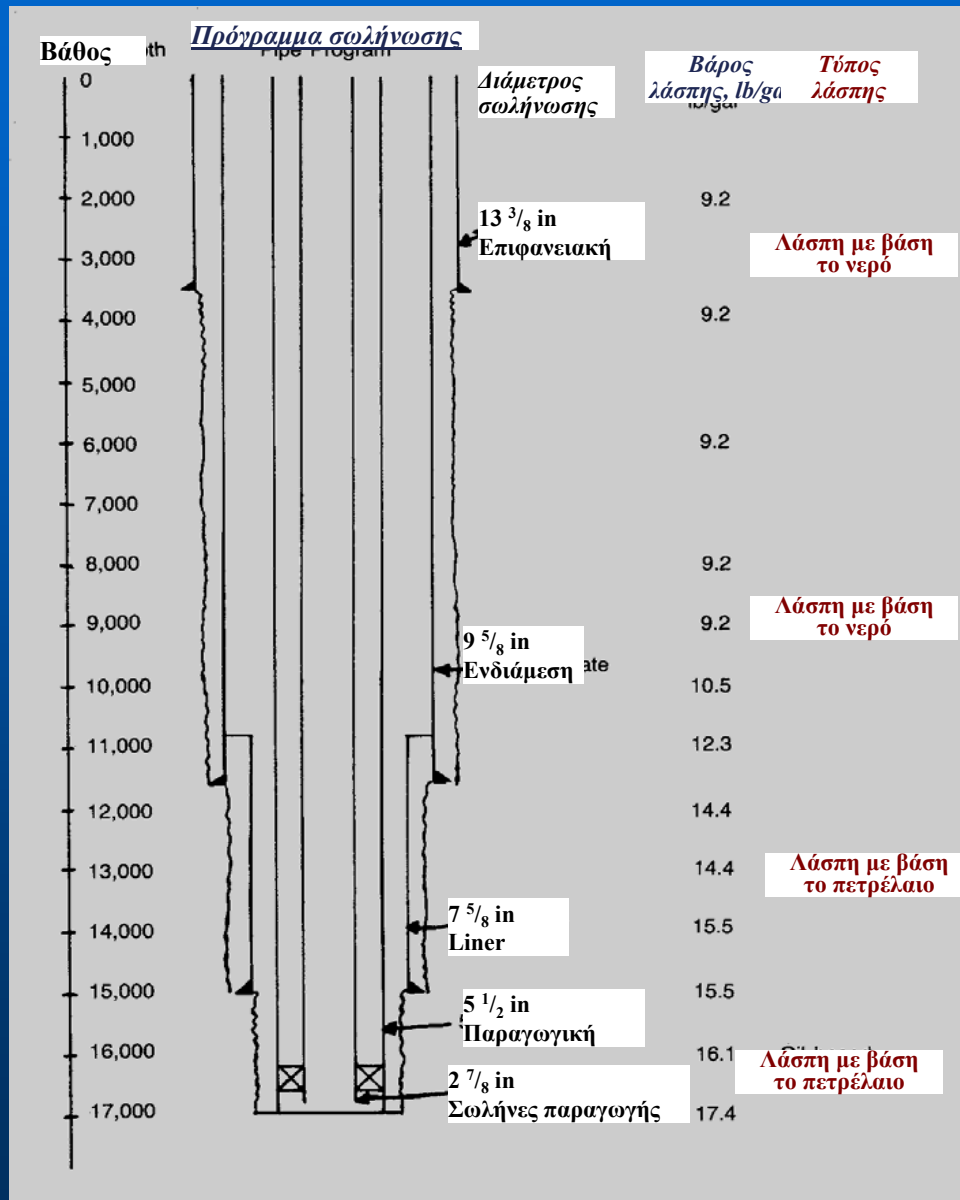
Τα λιγότερο ανθεκτικά στελέχη ➡ (μικρότερη θλιπτική αντοχή) τοποθετούνται στην κορυφή της διατρητικής στήλης

- ① **Κόστος** (βασική παράμετρο επιλογής διατρητικών στελεχών)
- ② Να ανταποκρίνονται στο **πρώτο κριτήριο σχεδιασμού**
- ③ Να ανταποκρίνονται στο **δεύτερο κριτήριο σχεδιασμού**

Τελική επιλογή: στελέχη που ικανοποιούν ταυτόχρονα και τα δύο κριτήρια σχεδιασμού
+
ικανοποιούν συντελ. ασφάλειας (χωρίς υπερσχεδιασμό)

➡ όχι αδικαιολόγητη αύξηση του κόστους

Σκοπός της σωλήνωσης



Σωλήνωση:

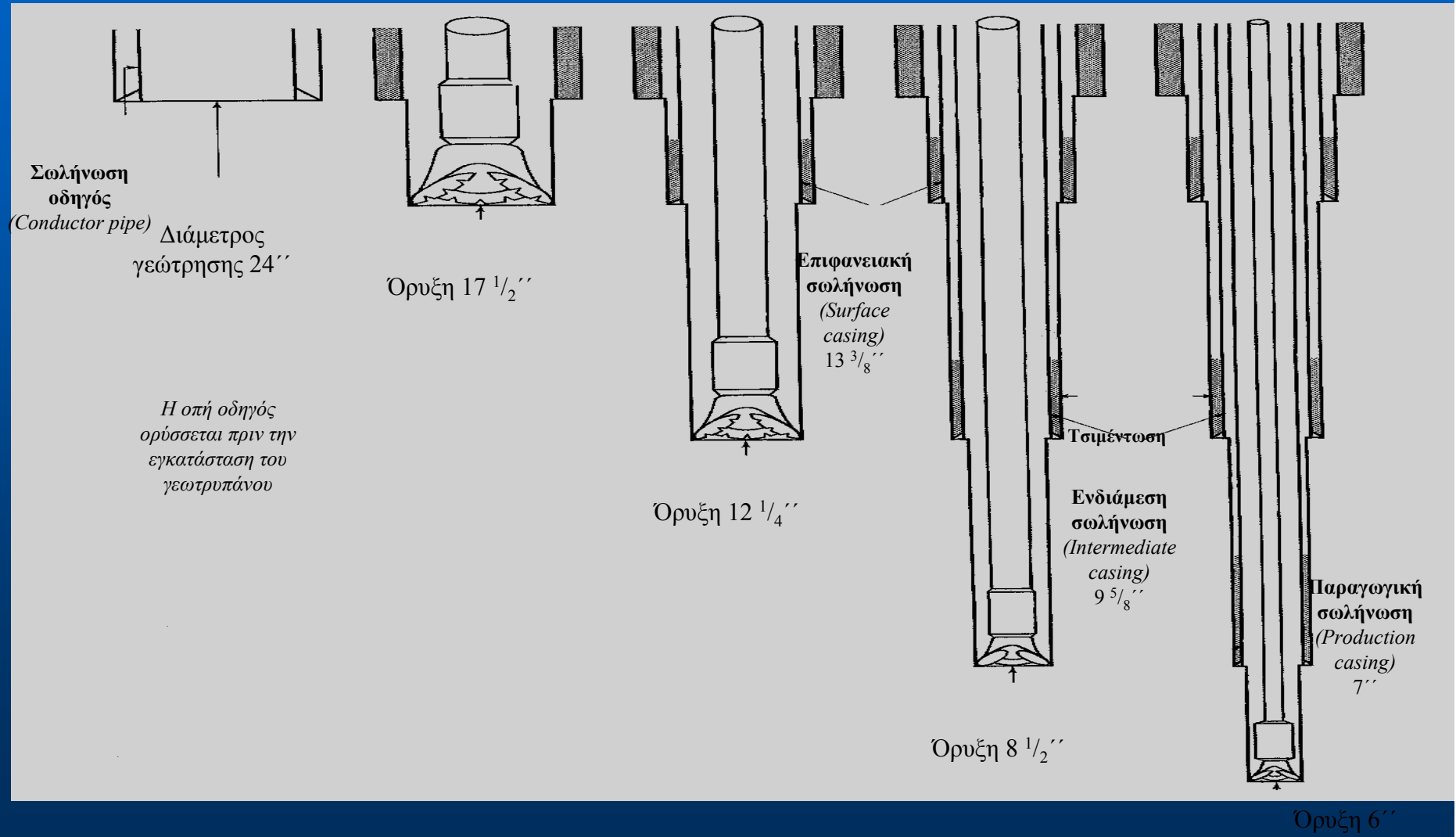
Διαδικασία επένδυσης της γεώτρησης από στήλη αλληλοκοχλιόμενων σωλήνων που φθάνουν συνήθως ως την επιφάνεια

Σκοπός:

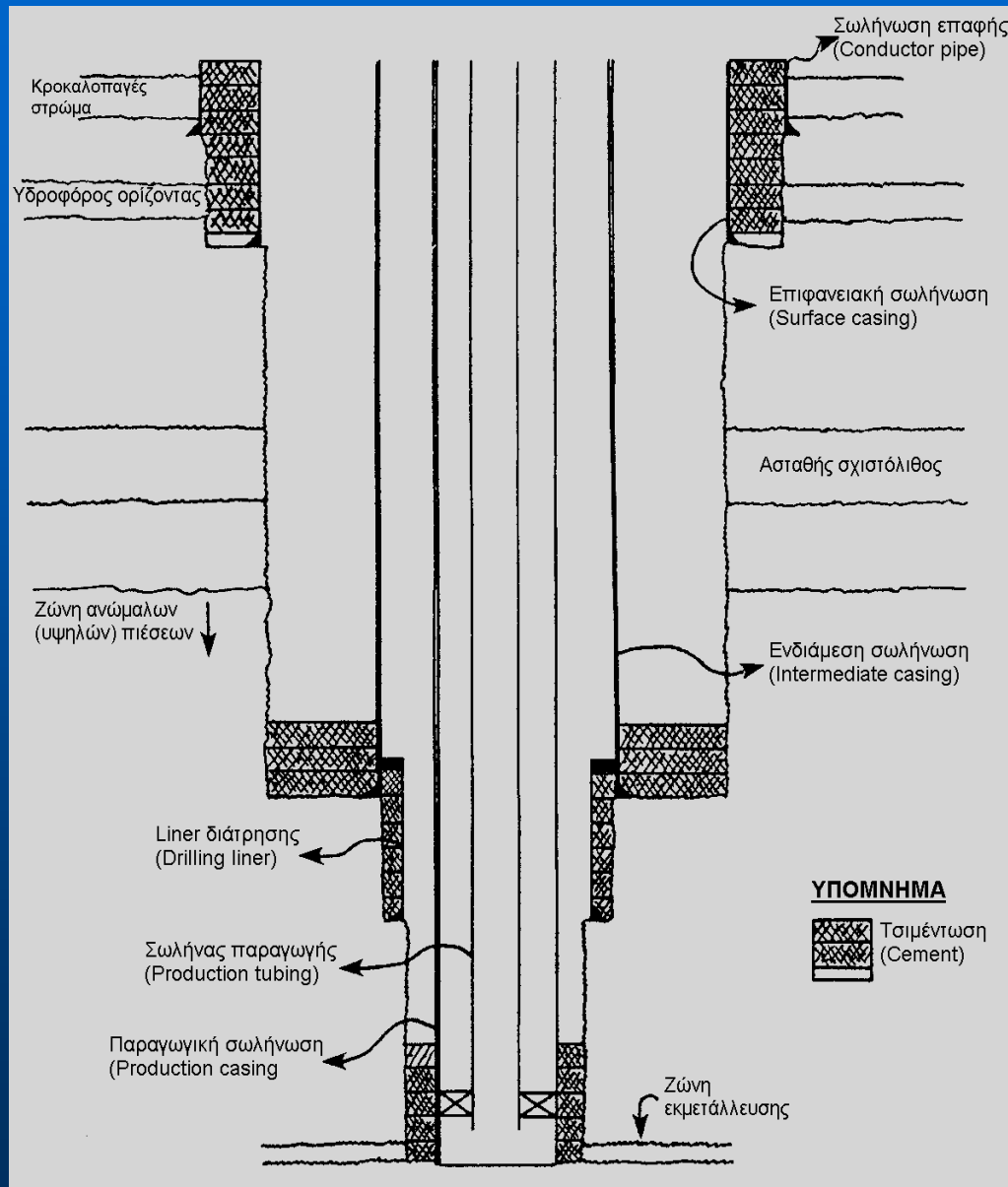
- ✓ Συγκράτηση των τοιχωμάτων της γεώτρησης & έμφραξη των ρωγμών για αποφυγή εισροής ρευστών από/προς το σχηματισμό
- ✓ Καλή κυκλοφορία της λάσπης για έλεγχο των πιέσεων & προστασία των ασθενών σχηματισμών
- ✓ Απομόνωση των ζωνών ανωμάτων πιέσεων & των υδροφόρων οριζόντων
- ✓ Κατάλληλη σύνδεση εξοπλισμού γεώτρησης με εξοπλισμό επιφάνειας (*wellhead equipment*)
- ✓ Εκμετάλλευση κοιτασμάτων στις παραγωγικές γεωτρήσεις
- ✓ Απομόνωση περατών σχηματισμών (*porous media*) για να αποφυγή «μόλυνσης» ζώνης εκμετάλλευσης
- ✓ Επιστροφή της λάσπης από το δακτύλιο της γεώτρησης στην εξέδρα στις θαλάσσιες γεωτρήσεις

Τύποι σωλήνωσης

Εκτέλεση σωλήνωσης κατά στάδια



Τύποι σωλήνωσης



Η σωλήνωση ενός τμήματος της γεώτρησης έχει λίγο μικρότερη διάμετρο από αυτή του κοπτικού με το οποίο ορύχθηκε το εν λόγω τμήμα

Τύποι σωλήνωσης:


- Σωλήνωση οδηγός (*drive or structural pipe*)
- Σωλήνωση επαφής (*conductor pipe*)
- Επιφανειακή σωλήνωση (*surface casing*)
- Ενδιάμεση σωλήνωση (*intermediate casing*)
- Παραγωγική σωλήνωση (*production casing*)
- Σωλήνωση liner (*liner casing*)

Διαδικασία σωλήνωσης και εξοπλισμός

Προετοιμασία της
γεώτρησης



Εκτέλεση μετρήσεων-διαγραφιών (loggings):

- Caliper log (όγκος διάκενου σωλήνωσης-γεώτρησης ποσότητα τσιμέντωσης)
- Αλλαγές στο αζιμούθιο & την παρέκκλιση της τροχιάς της γεώτρησης (κλίση)
- Μέγιστη θερμοκρασία  χρόνος πήξης τσιμέντου



Προετοιμασία της
στήλης σωλήνωσης



Συναρμολόγηση απαραίτητου πρόσθετου εξοπλισμού:

- Πέλμα (shoe) & στέλεχος προσγείωσης (landing collar)
- Κεντρωτήρες (centralisers)
- Αποξεστήρες (scratchers)



Καταβίβαση της
στήλης σωλήνωσης



- Η ταχύτητα καθόδου ελέγχεται από την αντίσταση της λάσπης
- Με τη στήλη σωλήνωσης στη σωστή της θέση τίθεται σε κυκλοφορία η λάσπη
- Παύση κυκλοφορίας της λάσπης όταν ο συνολικός όγκος της είναι ομοιογενής
- Τσιμέντωση

Χαρακτηριστικά σωλήνωσης

Κατηγορίες σωλήνωσης (κατά A.P.I.)

Κατηγορία (Grade)	Ελάχιστο όριο ελαστικότητας (minimum yield strength) (psi)	Ελάχιστη συνολική αντοχή εφελκυσμού (minimum ultimate tensile strength) (psi)
H40	40.000	60.000
J55	55.000	75.000
K55	55.000	95.000
C75	75.000	95.000
L80	80.000	95.000
N80	80.000	100.000
C90	90.000	100.000
C95	95.000	105.000
P110	110.000	125.000

Διαστάσεις:

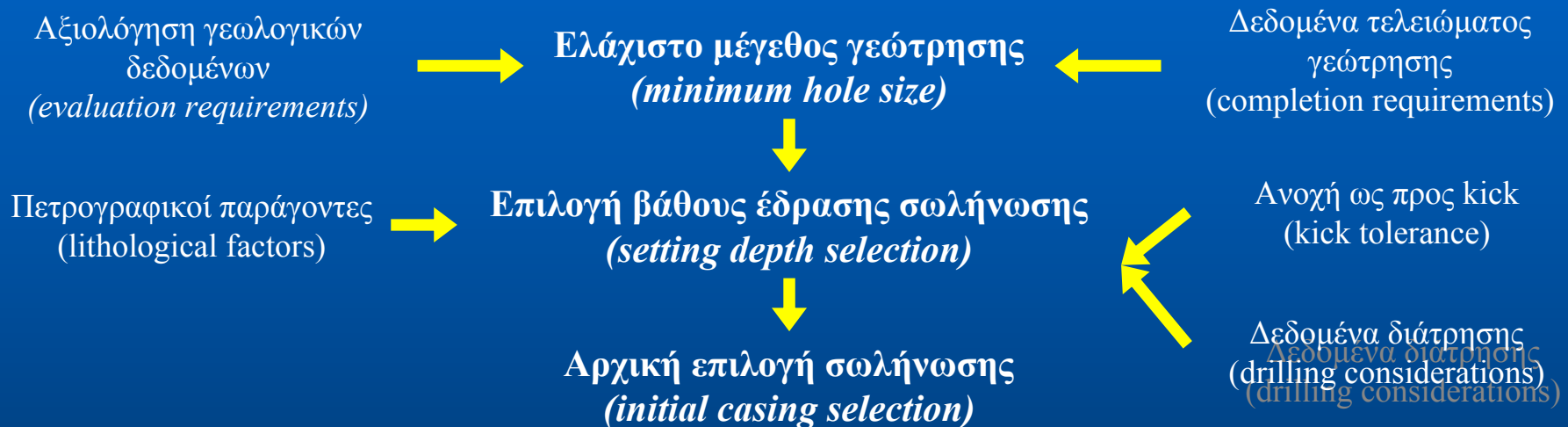
- Εξωτερική διάμετρος (*outside diameter*) & πάχος τοιχώματος (*wall thickness*)
- Μήκος στελέχους (*length of joint*)
- Βάρος ανά μονάδα μήκους (*weight per unit length*)

Φορτία που δρουν πάνω στη σωλήνωση:

- Θλίψη (collapse): λόγω υδροστατικών πιέσεων στο εξωτερικό → αστοχία προς τα μέσα
- Διάρρηξη (burst): λόγω υδροστατικών πιέσεων στο εσωτερικό → αστοχία προς τα έξω
- Εφελκυσμός (tension): λόγω βάρους της σωλήνωσης

Σχεδιασμός σωλήνωσης

1. Γενικές αρχές σχεδιασμού σωλήνωσης



2. Εκτίμηση του βάθους έδρασης της σωλήνωσης

- Βασίζεται στις βαθμίδες πίεσης πόρων (pore-pressure gradients) & στις βαθμίδες ρωγμάτωσης (fracture gradients)
- Σχεδιασμός σωλήνωσης από κάτω προς τα πάνω

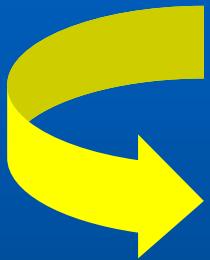
3. Επιλογή του μεγέθους της σωλήνωσης

- Καθορίζεται από την εσωτερική διάμετρο της παραγωγικής σωλήνωσης & από τον αριθμό των στηλών ενδιάμεσης σωλήνωσης προκειμένου να φτάσει η γεώτρηση στο βάθος-στόχο
- Το μέγεθος του κοπτικού θα πρέπει να εξασφαλίζει επαρκές διάκενο μεταξύ της σωλήνωσης & της γεώτρησης

Τσιμέντωση γεωτρήσεων

Τσιμέντωση:

Διαδικασία πλήρωσης ενός τμήματος της γεώτρησης με μίγμα υλικών που έχουν ως βάση του τσιμέντο (πολφός ή γαλάκτωμα – slurry)

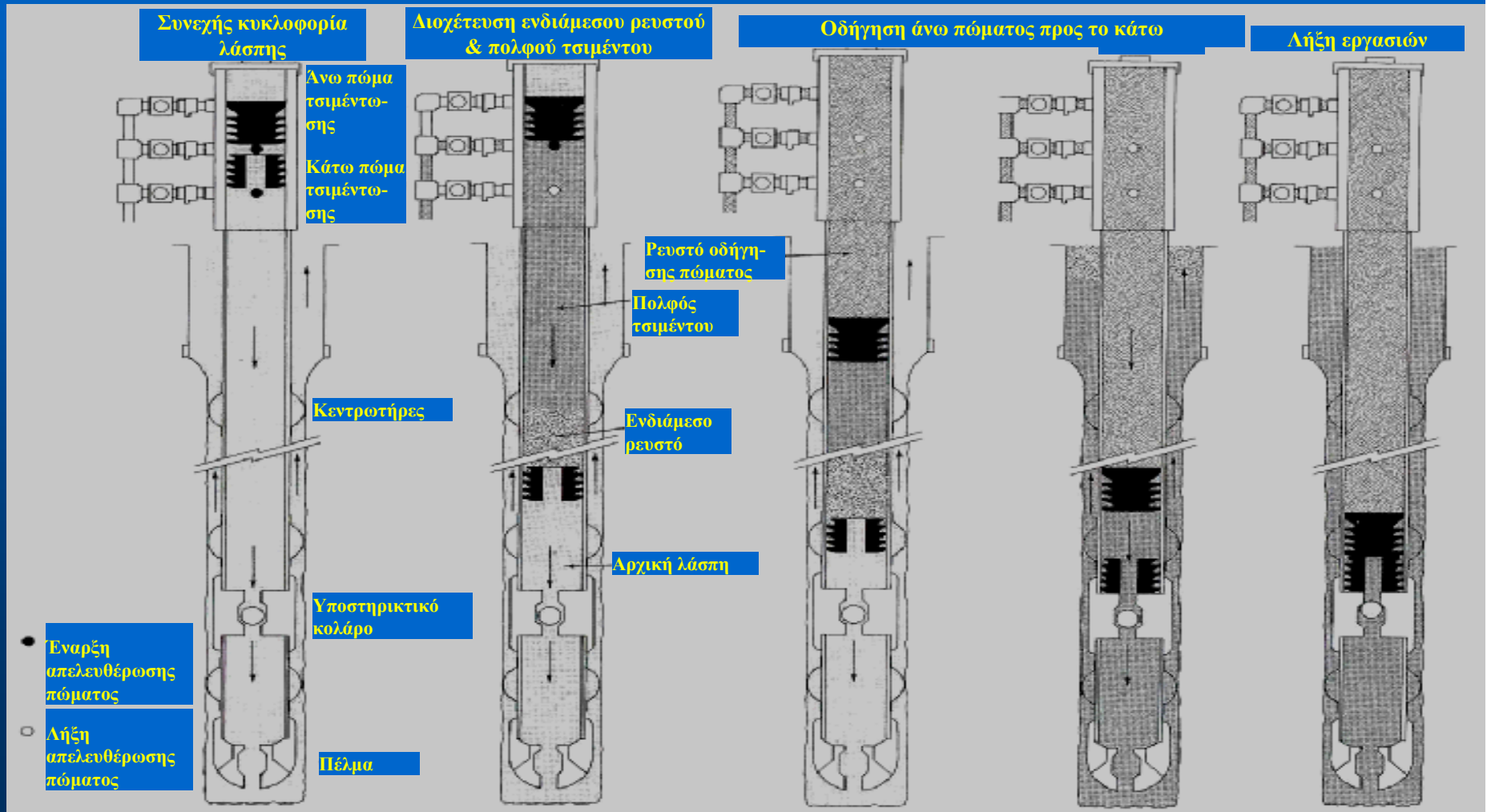


Λειτουργίες Τσιμέντωσης:

- ✓ Προστασία της επένδυσης (σωλήνωσης) της γεώτρησης από τα ρευστά και τα αέρια των σχηματισμών που μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση του μετάλλου
- ✓ Υποστήριξη των τοιχωμάτων της γεώτρησης, όταν υπάρχουν χαλαροί σχηματισμοί
- ✓ Κατασκευή δακτυλίων υψηλής αντοχής, ικανών να αντέξουν μεγάλες αξονικές πιέσεις
- ✓ Δημιουργία διαχωριστικών ασπίδων για την προστασία των παραγωγικών ζωνών από την κατάκλυση ρευστών
- ✓ Συγκράτηση της σωλήνωσης
- ✓ Προστασία από απώλειες της λάσπης διάτρησης

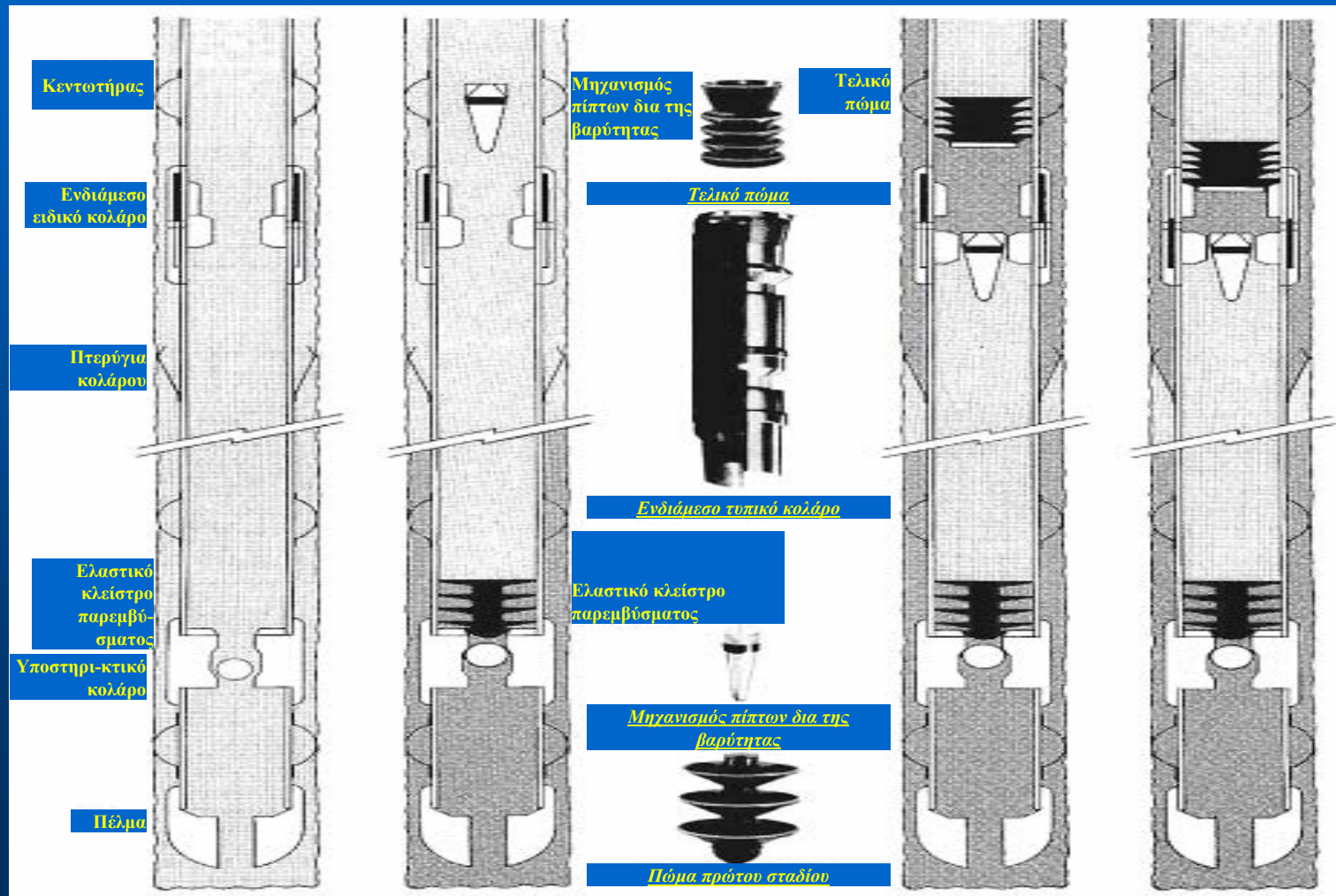
Βασική τσιμέντωση

Τεχνική βασικής τσιμέντωσης (ενιαία εκτέλεση)

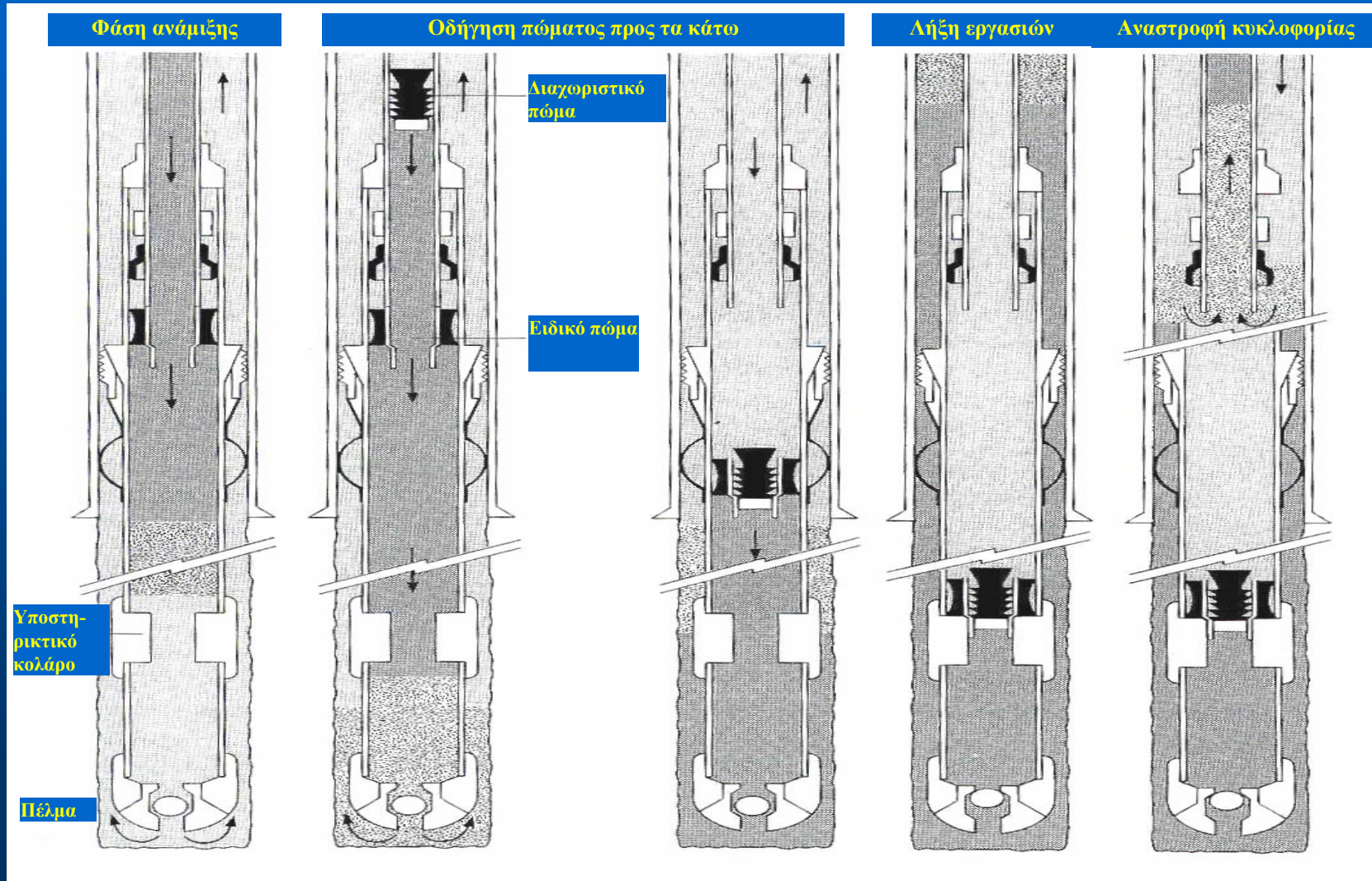


Βασική τσιμέντωση

Τεχνική βασικής τσιμέντωσης (εκτελούμενη κατά στάδια)



Τσιμέντωση τελικής σωλήνωσης (liner)



Προπαρασκευή & χαρακτηριστικά πολφού τσιμέντου

Νερό + τσιμέντο + χημικά πρόσθετα

Ιδιότητες τσιμέντου (προδιαγραφές A.P.I.)

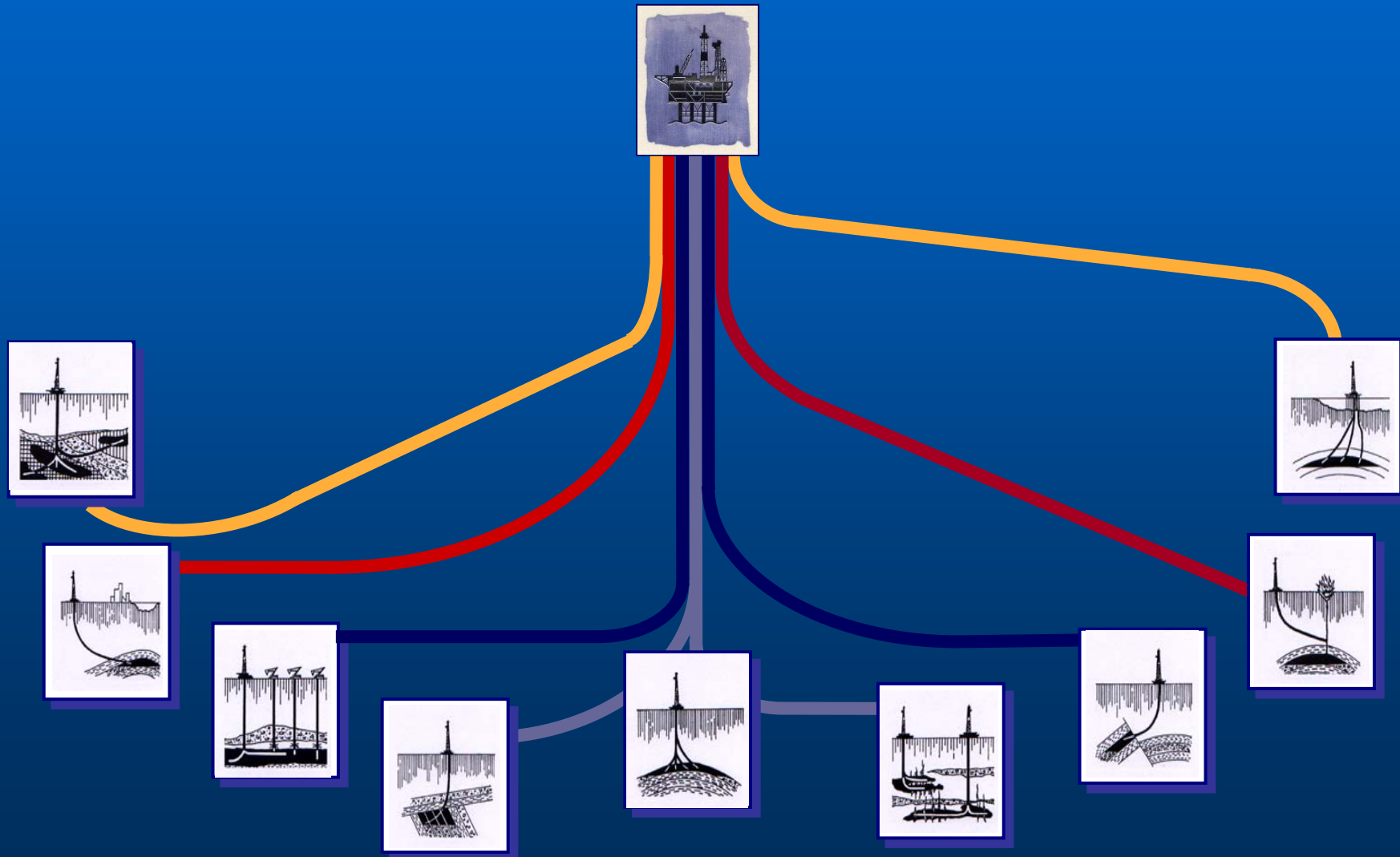
Τύπος τσιμέντου	Νερό ανάμιξης (gal/σακί)	Πυκνότητα πολφού (lb/gal)	Απόδοση σε πολφό (ft ³ /σακί)	Προσεγγιστικός χρόνος πήξης (113° F) (hr)	Αντοχή σε θλίψη μετά από 24 hr (110° F) (psi)
A	5,2	15,6	1,18	2½	4.000
C	6,3	14,8	1,32	1¾	2.700
G	5,0	15,8	1,15	1¾	3.000
H	4,3	16,5	1,05	2	3.700

Απόδοση (slurry yield): ο όγκος του πολφού που προκύπτει ανά σακί ξηρού τσιμέντου, όταν αυτό αναμιχθεί με την αντίστοιχη ποσότητα νερού

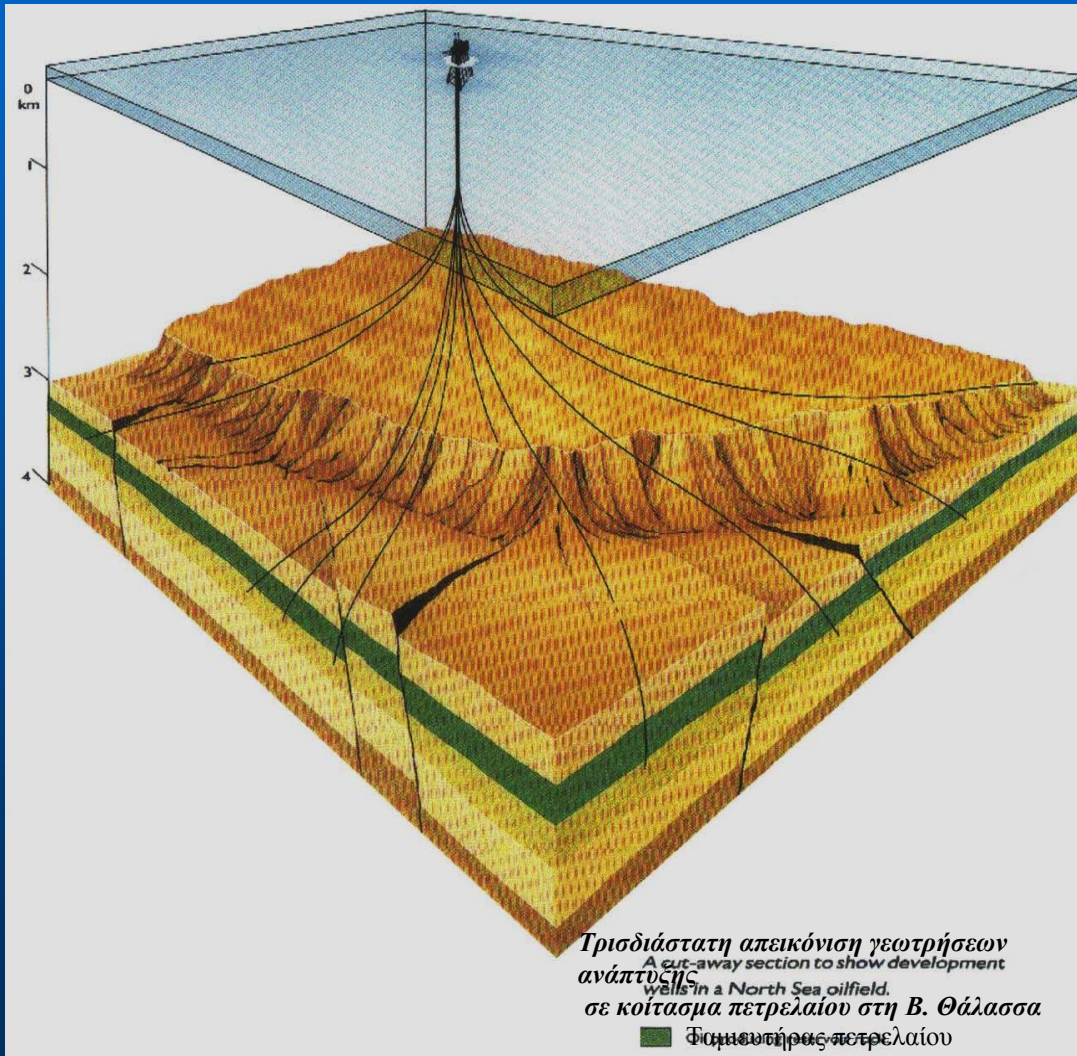
Χρόνος πήξης: ο χρόνος που απαιτείται για να είναι το γαλάκτωμα σε κατάσταση που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις αντλίες:

Χρόνος πήξης = χρόνος προπαρασκευής + χρόνος εισπίεσης + χρόνος ασφάλειας

Κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις



Εισαγωγή στις κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις



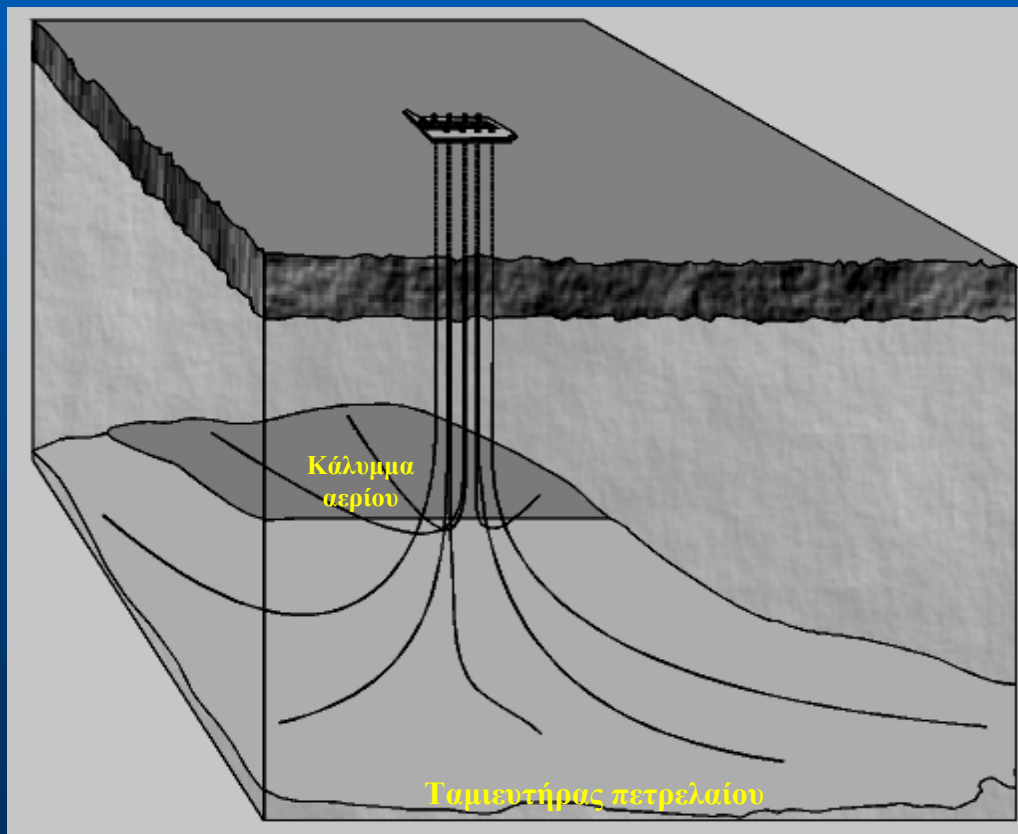
Τεχνική όρυξης κεκλιμένων & οριζόντιων γεωτρήσεων ≡ ≡ κατευθυνόμενη διάτρηση (*directional drilling*)

Όρυξη γεωτρήσεων υπό συνθήκες:

- Προγραμματισμένες
- &
- Ελεγχόμενες

Κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις – Ορισμοί

Κατευθυνόμενη διάτρηση (directional drilling): η τεχνική όρυξης υπό συνθήκες προγραμματισμένης & ελεγχόμενης παρέκκλισης από την κατακόρυφη διεύθυνση



Επιθυμητή παρέκκλιση



σύντομο κατά το δυνατόν δρόμο



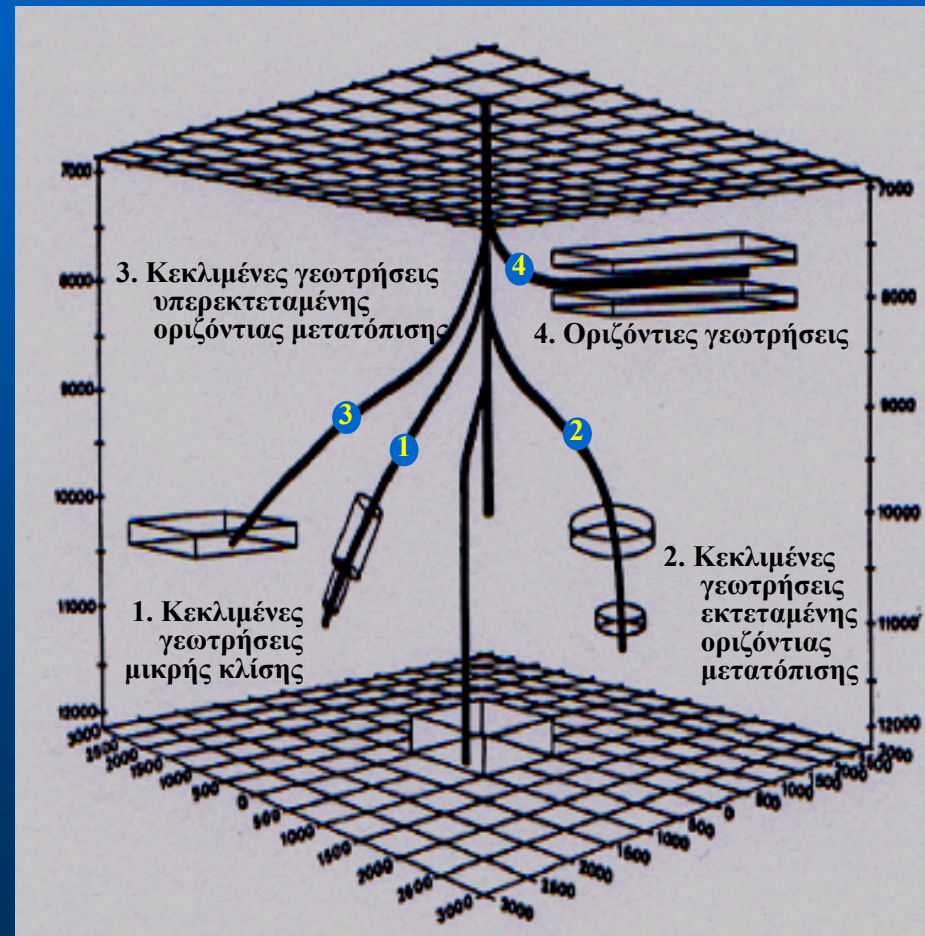
προσεγγίσει ένα ή και περισσότερους προκαθορισμένους γεωλογικούς σχηματισμούς - στόχους, που βρίσκονται σε οριζόντια απόσταση ως προς τη θέση εγκατάστασης του γεωτρύπανου στην επιφάνεια

Κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις

Λόγοι ανάπτυξης της κατευθυνόμενης διάτρησης:

- **Οικονομικοί λόγοι:** αύξηση της παραγωγικότητας και του τελικού ποσοστού απόληψης ενός κοιτάσματος
- Ανάγκη εκμετάλλευσης των χαρακτηριζόμενων ως «οριακά εκμεταλλεύσιμων» κοιτασμάτων
- Ευχέρεια προσέγγισης απρόσιτων από τη συμβατική τεχνική στόχων
- Συνεχείς βελτιώσεις στην διαθέσιμη τεχνολογία
- Το ενδιαφέρον ως προς τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που συνδέονται με την υλοποίηση ενός γεωτρητικού έργου

Τύποι κεκλιμένων γεωτρήσεων

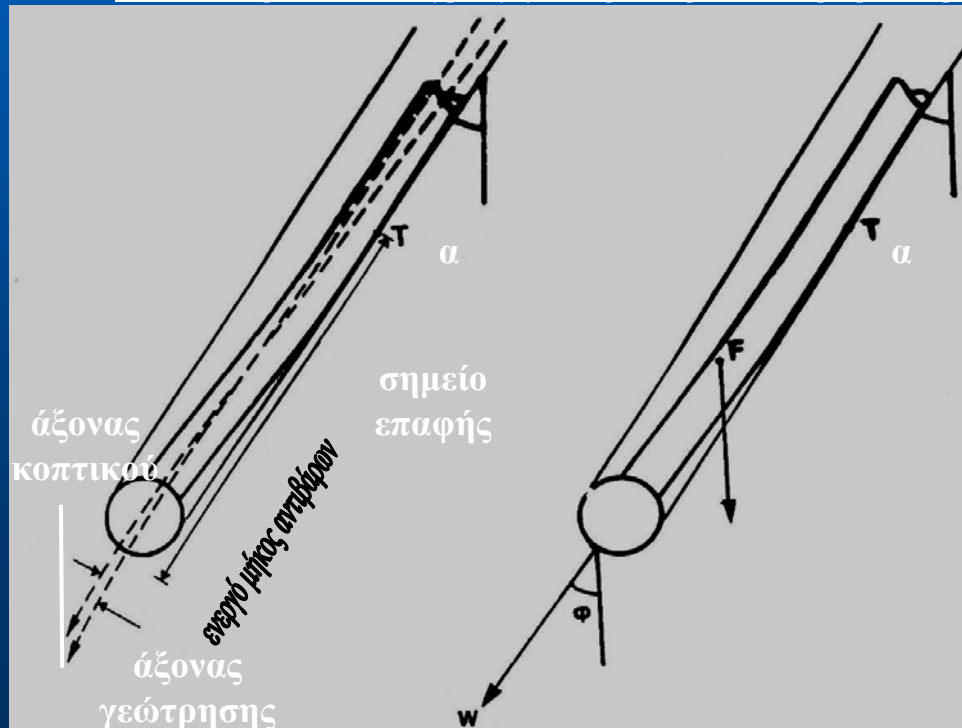


Κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις

Παράγοντες που καθορίζουν την κατεύθυνση μιας γεώτρησης

- A. Η ικανότητα ευθυγράμμισης της διατρητικής στήλης με τον άξονα της γεώτρησης
- B. Τα χαρακτηριστικά των πετρωμάτων (κλίση, ανισοτροπία, εναλλαγές σκληρότητας, ρωγματώσεις, καρστικά έγκοιλα κ.λπ.)

Ικανότητα ευθυγράμμισης της διατρητικής στήλης με τον άξονα της γεώτρησης



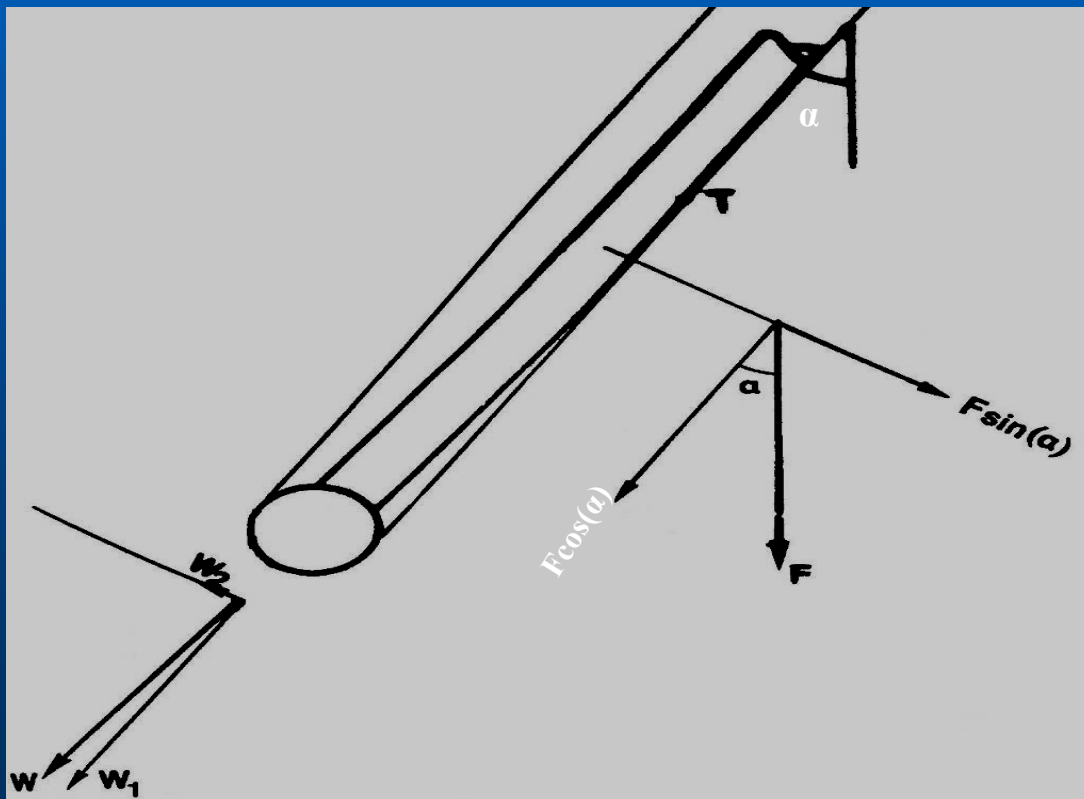
- α:** κλίση της γεώτρησης
(γωνία μεταξύ του άξονα της γεώτρησης και της κατακόρυφου)
- F:** δύναμη λόγω βαρύτητας
(βάρος του ενεργού μήκους των αντιβάρων)
- W:** βάρος επί του κοπτικού
(συνιστώσα της δύναμης βαρύτητας κατά τον άξονα του κοπτικού)
- φ:** κλίση του κοπτικού
(γωνία μεταξύ του άξονα του κοπτικού και της κατακορύφου)
- (φ-α):** γωνία παρέκκλισης του κοπτικού
(bit tilt angle)

Κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις

Παράγοντες που καθορίζουν την κατεύθυνση μιας γεώτρησης

Ικανότητα ευθυγράμμισης της διατρητικής στήλης με τον άξονα της γεώτρησης

Ανάλυση δυνάμεων κοντά στο κοπτικό άκρο σε σύστημα αξόνων κάθετα και παράλληλα στον άξονα της γεώτρησης



α : κλίση της γεώτρησης
(γωνία μεταξύ του άξονα της γεώτρησης και της κατακόρυφου)

F : δύναμη λόγω βαρύτητας
(βάρος του ενεργού μήκους των αντιβάρων)

W : βάρος επί του κοπτικού
(συνιστώσα της δύναμης βαρύτητας κατά τον άξονα του κοπτικού)

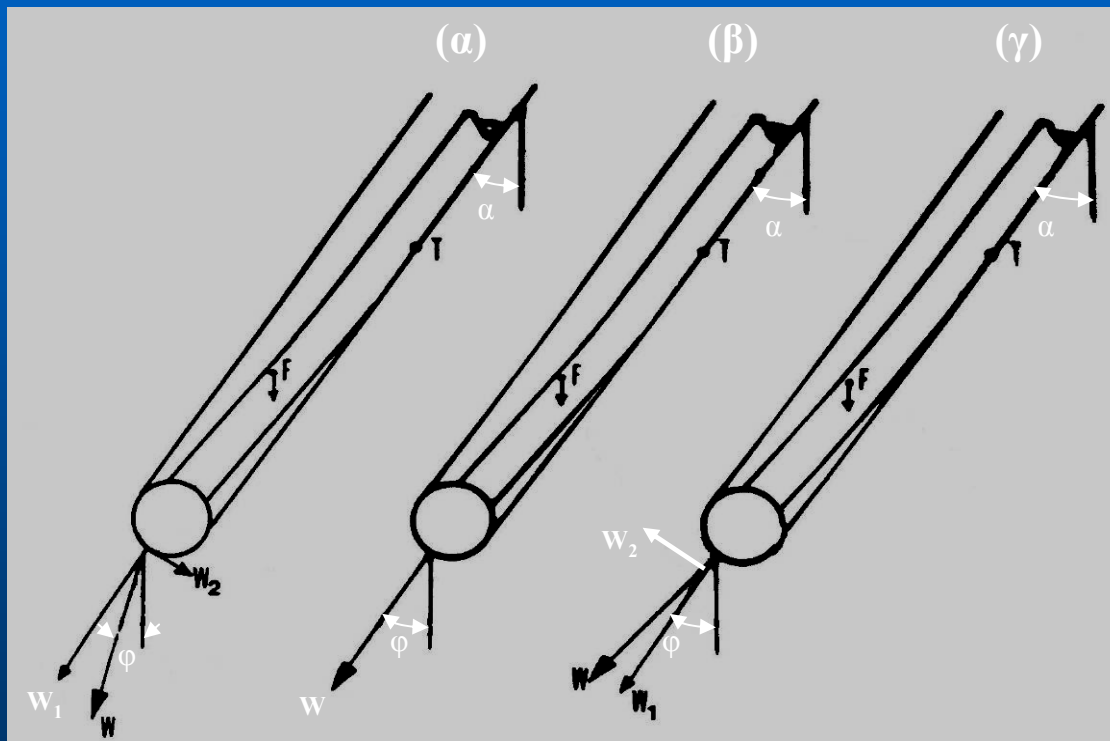
W_1 : συνιστώσα του βάρους επί του κοπτικού παράλληλη στον άξονα της γεώτρησης

W_2 : συνιστώσα του βάρους επί του κοπτικού κάθετη στον άξονα της γεώτρησης

Κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις

Παράγοντες που καθορίζουν την κατεύθυνση μιας γεώτρησης

Ικανότητα ευθυγράμμισης της διατρητικής στήλης με τον άξονα της γεώτρησης



α : κλίση γεώτρησης, W : βάρος επί του κοπτικού, F : δύναμη λόγω βαρύτητας, φ : κλίση του κοπτικού, W_1 : συνιστώσα του βάρους επί του κοπτικού παράλληλη στον άξονα της γεώτρησης, W_2 : συνιστώσα του βάρους επί του κοπτικού κάθετη στον άξονα της γεώτρησης

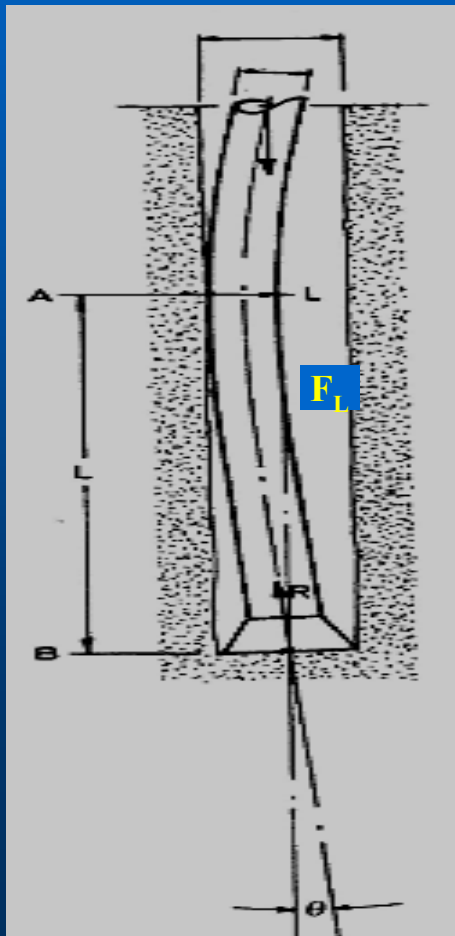
Επίδραση των μηχανικών παραγόντων της διατρητικής στήλης στην παρέκκλιση μιας γεώτρησης:

- (α) Παρέκκλιση προς τα κάτω → τάση μείωσης της κλίσης (*drop off*) ($\varphi - \alpha < 0$)
- (β) Διατήρηση της κλίσης ($\varphi - \alpha = 0$ ή $\varphi = \alpha$)
- (γ) Παρέκκλιση προς τα πάνω → τάση αύξησης της κλίσης (*build up*) ($\varphi - \alpha > 0$)

Κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις

Παράγοντες που καθορίζουν την κατεύθυνση μιας γεώτρησης

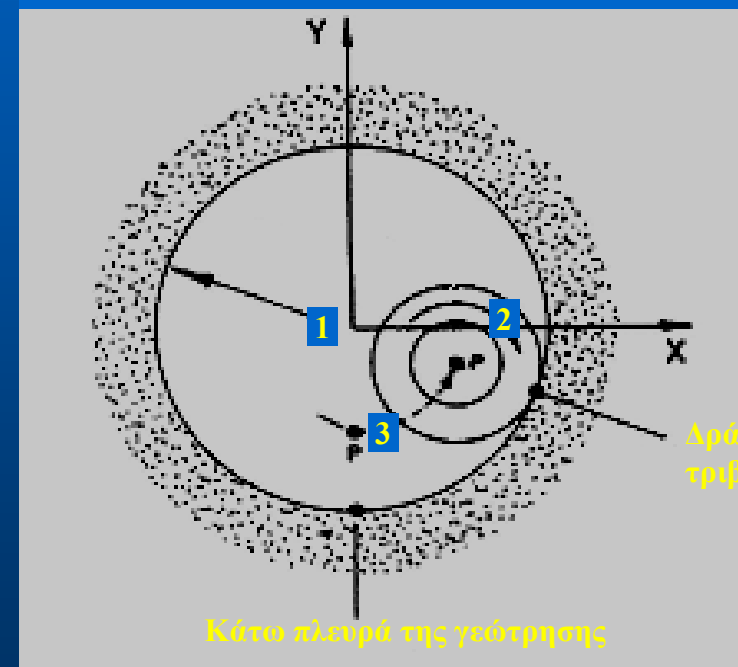
Επίδραση της κάμψης



- D:** διάμετρος της γεώτρησης
- OD:** εξωτερική διάμετρος αντιβάρων
- W:** βάρος επί του κοπτικού
- L:** ενεργό μήκος αντιβάρων
- R:** αντίδραση του σχηματισμού
- F_L:** αντίδραση λόγω επαφής με τα τοιχώματα της γεώτρησης
- θ:** γωνία παρέκκλισης του κοπτικού ($\theta = \phi - \alpha$)

Επίδραση της περιστροφής

(τομή στη θέση A του διπλανού σχήματος)



- 1:** διεύθυνση προχώρησης της όρυξης
- 2:** διεύθυνση περιστροφής
- 3:** στατική θέση του άξονα του κοπτικού

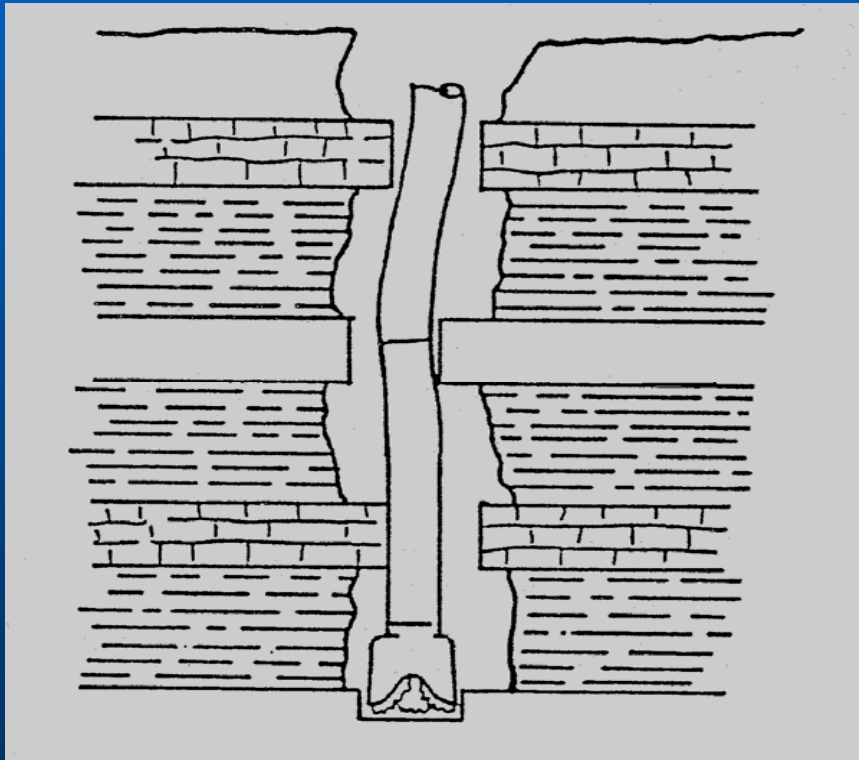
Δράση της τριβής

Κάτω πλευρά της γεώτρησης

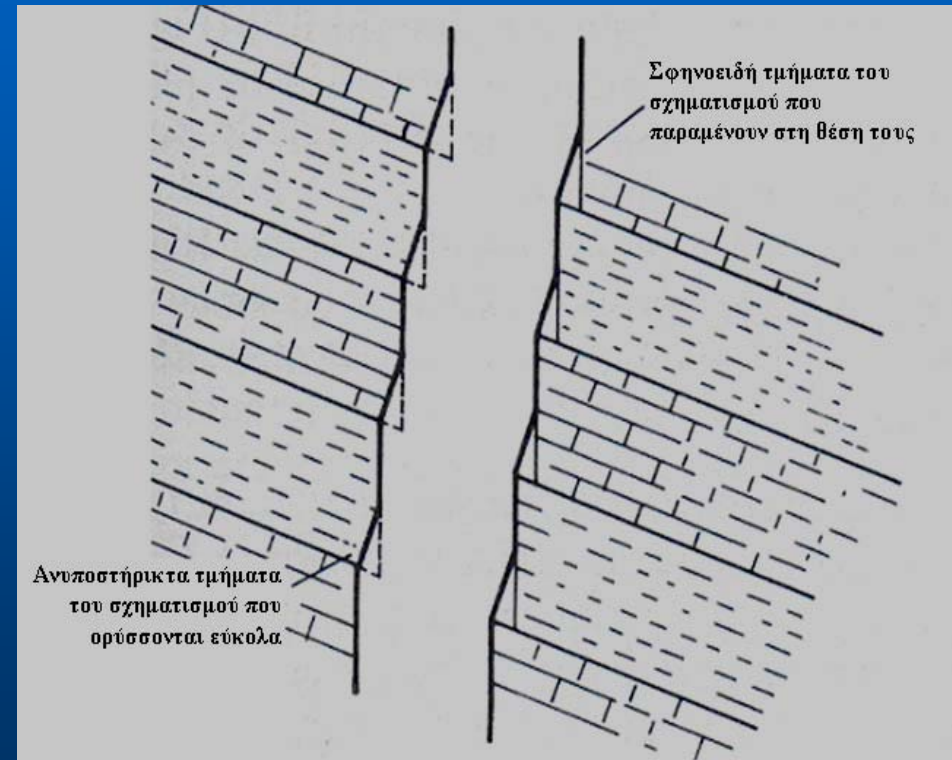
Κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις

Παράγοντες που καθορίζουν την κατεύθυνση μιας γεώτρησης

Χαρακτηριστικά των πετρωμάτων



Επίδραση της έκπλυσης των μαλακών ζωνών στην παρέκκλιση της γεώτρησης (παρουσία σκληρών φλεβών εντός μαλακών πετρωμάτων)

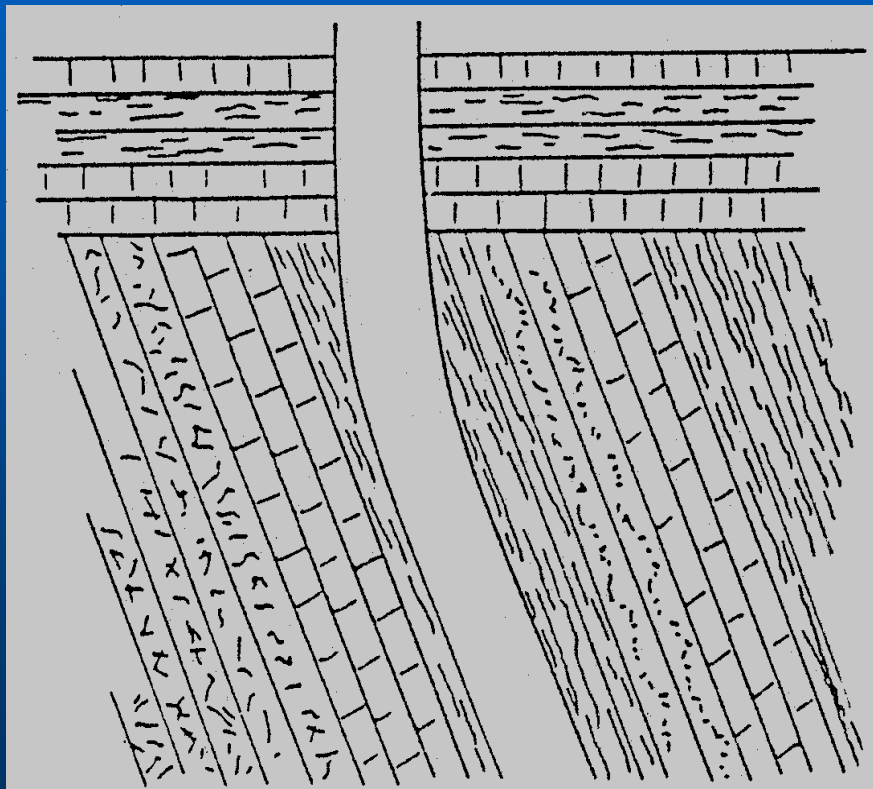


Δημιουργία μικροσκοπικών σφηνών σε σχηματισμούς υπό κλίση

Κεκλιμένες & οριζόντιες γεωτρήσεις

Παράγοντες που καθορίζουν την κατεύθυνση μιας γεώτρησης

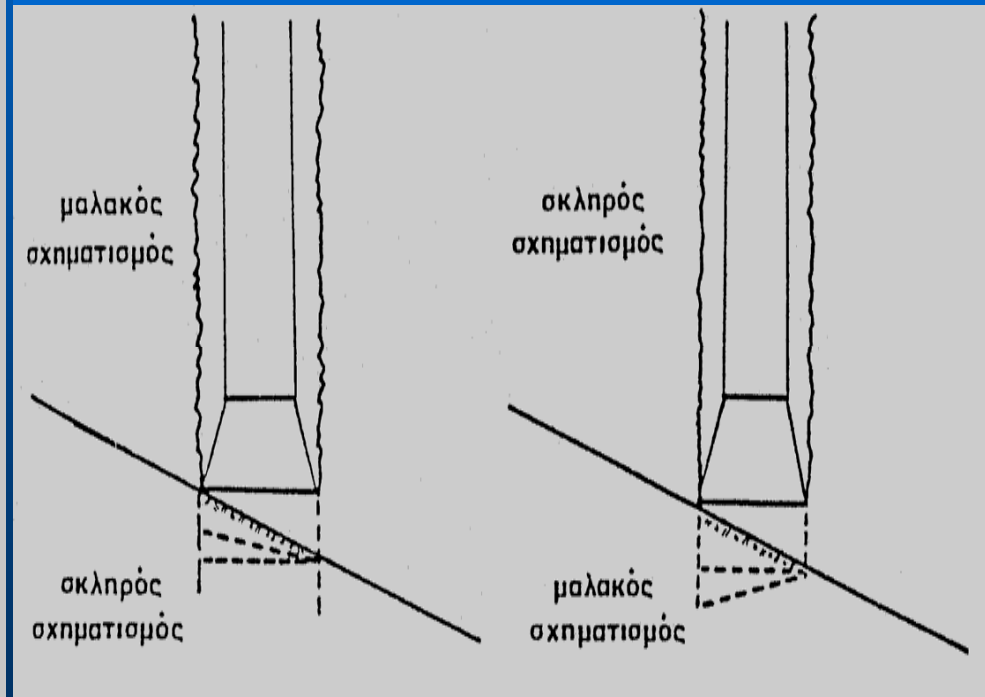
Χαρακτηριστικά των πετρωμάτων



Παρέκκλιση της γεώτρησης παράλληλα στη στρώση των σχηματισμών με κλίση $> 45^\circ$

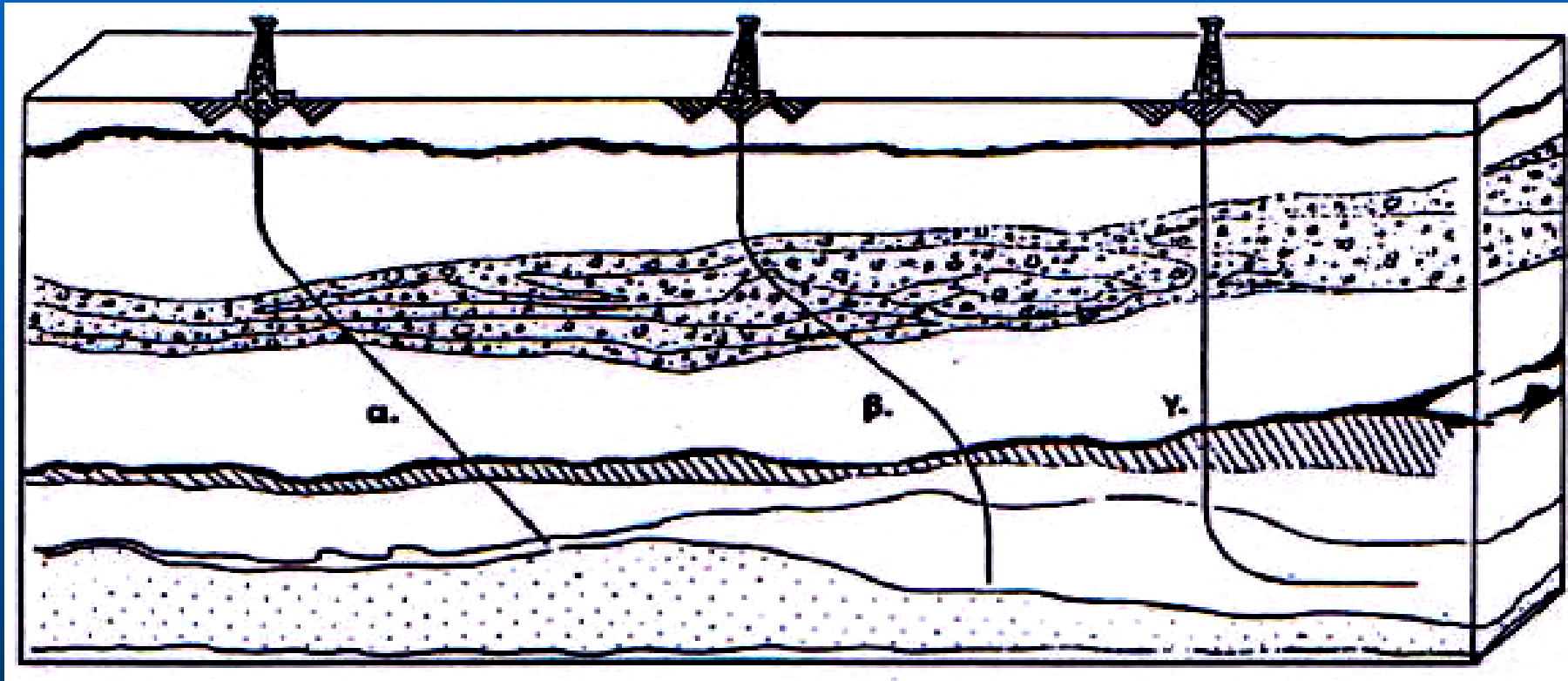
Διάτρηση προς τα πάνω

Διάτρηση προς τα κάτω



Παρέκκλιση της γεώτρησης λόγω εναλλαγής σκληρού και μαλακού σχηματισμού

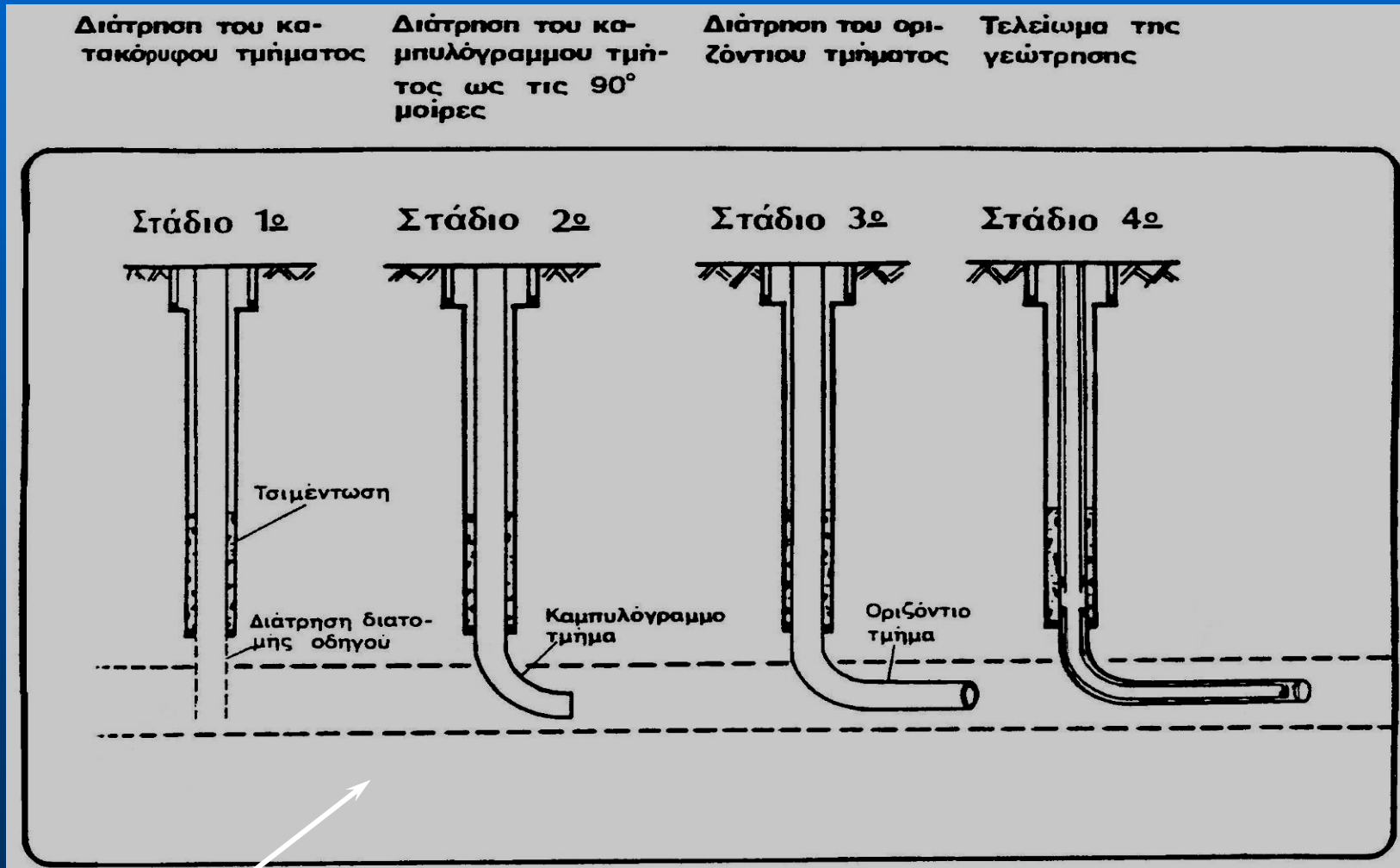
Βασικοί τύποι κατευθυνόμενων γεωτρήσεων



- Τύπος I (α). Τροχιά ευθείας παρέκκλισης (*slant type ή build-and-sail type ή build-and-hold type*)
- Τύπος II (β). Τροχιά τύπου S (*S-type ή build-sail and drop type ή build-hold and drop type*)
- Τύπος III (γ). Τροχιά τύπου J ή τύπου L (*J-type ή L-type*)

Μηχανολογικός εξοπλισμός – Όρυξη

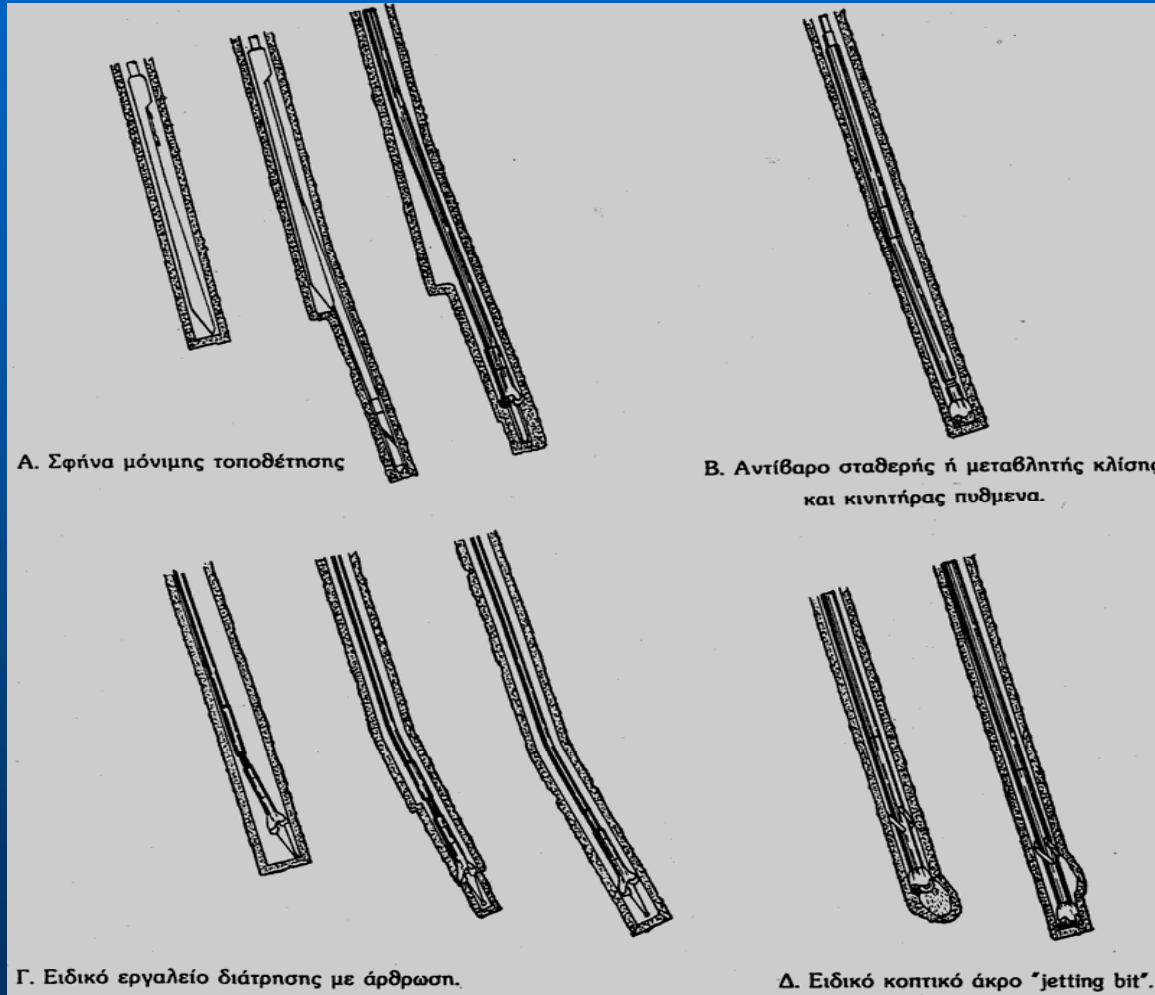
Φάσεις όρυξης οριζόντιων γεωτρήσεων



Ζώνη ενδιαφέροντος

Μηχανολογικός εξοπλισμός

Όργανα πρόσδωσης αρχικής παρέκκλισης (*kick-off point-kor*)



A. Σφήνες (*whipstocks*) μόνιμης τοποθέτησης ή ανακλήσιμες

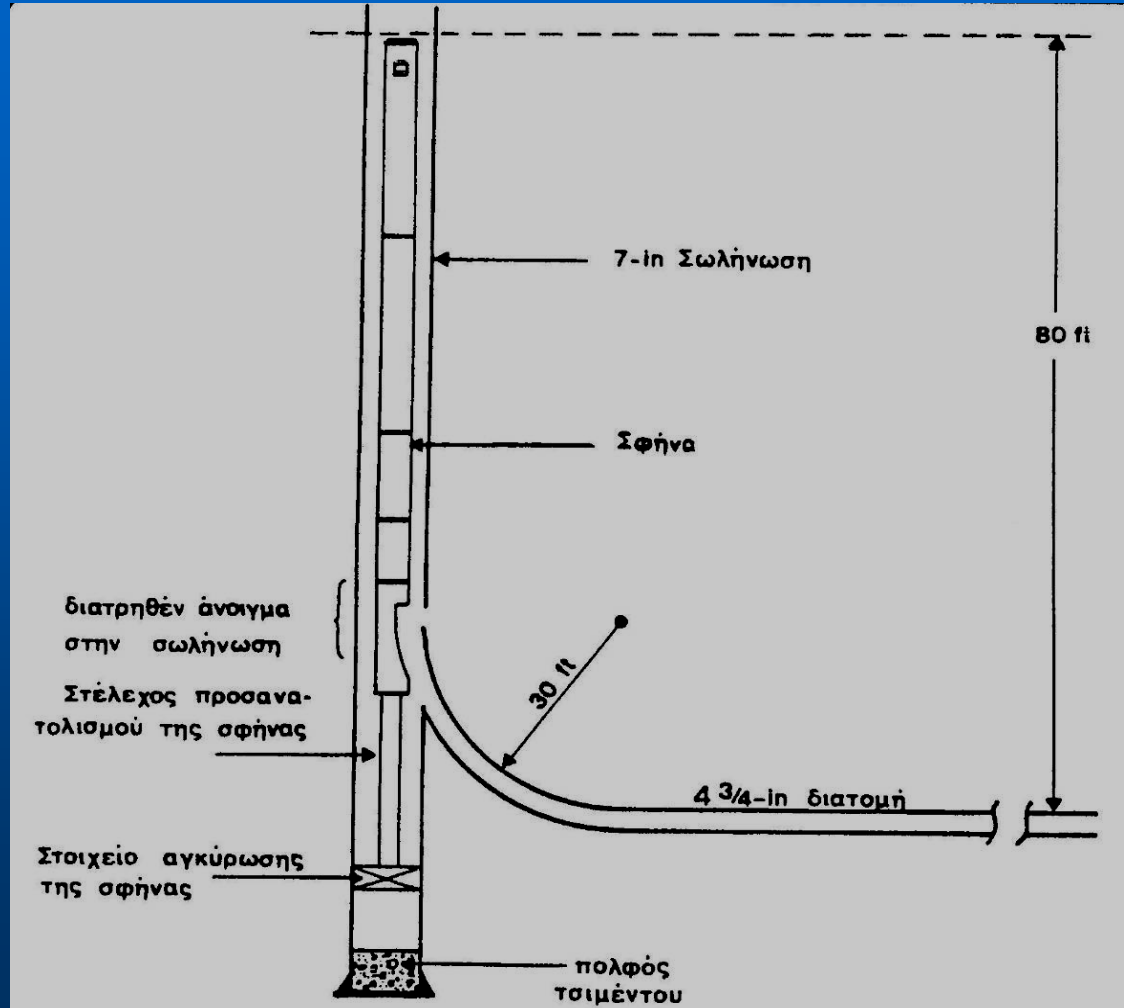
B. Αντίβαρο σταθερής ή μεταβλητής κλίσης (*bent-subs*)

Γ. Αρθρωτά εργαλεία (*knuckle-joint*)

Δ. Ειδικά κοπτικά για την όρυξη μαλακών σχηματισμών με τη βοήθεια των κυκλοφορούντων ρευστών διάτρησης (*jetting-bits*)

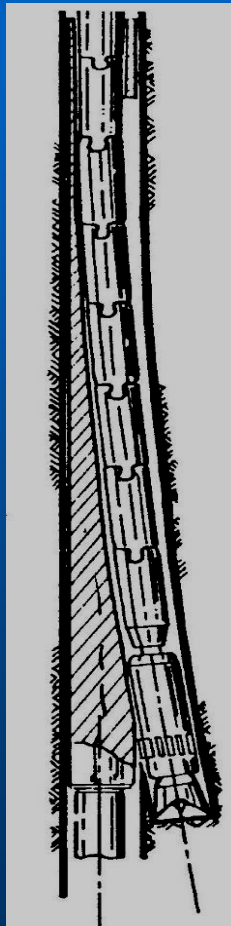
Μηχανολογικός εξοπλισμός – Όρυξη

Προετοιμασία του αρχικού σημείου απόκλισης (kick-off point-kor)

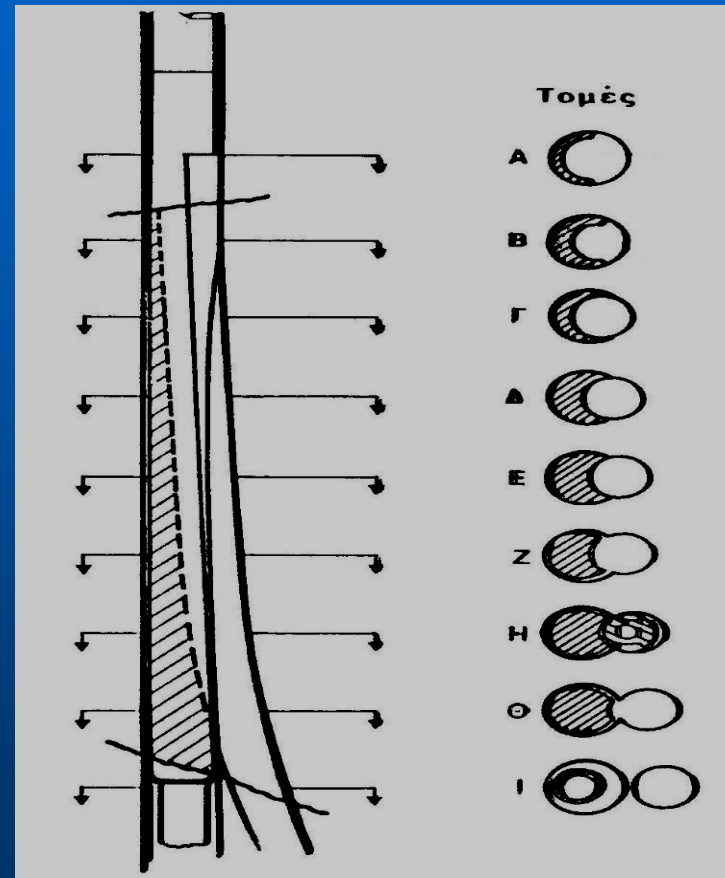


Μηχανολογικός εξοπλισμός – Όρυξη

Προετοιμασία του αρχικού σημείου απόκλισης (kick-off point-kor)



Δημιουργία της αρχικής απόκλισης



Κατακόρυφη τομή στο kor, όπου αρχίζει η απόκλιση της γεώτρησης

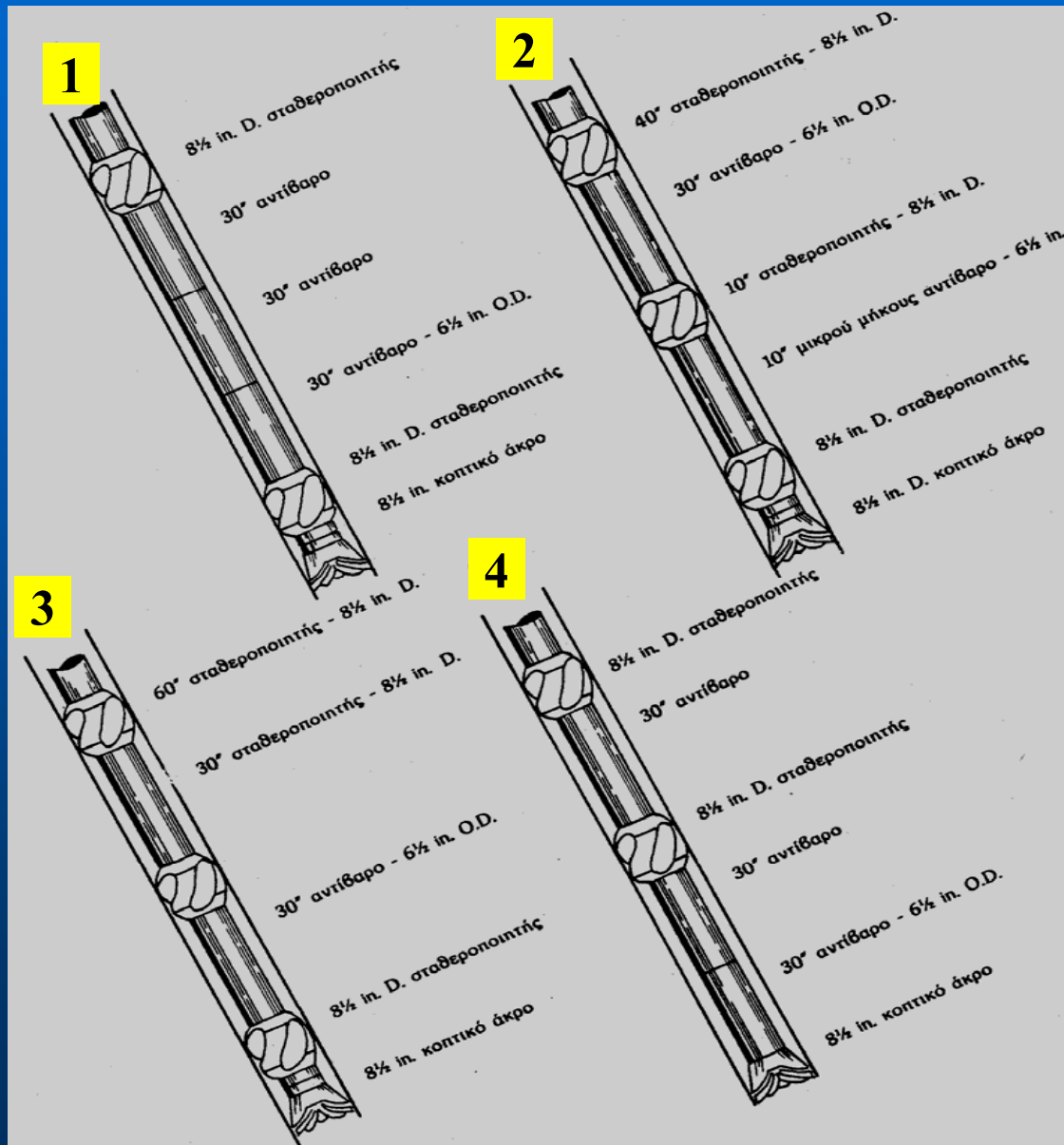
Μηχανολογικός εξοπλισμός

Όργανα μετά την αρχική παρέκκλιση (*kick-off point-kop*)

Μετά το kop, η σταδιακή μεταβολή στον προσανατολισμό της γεώτρησης επιτυγχάνεται με:

- Χρησιμοποίηση διαφόρων τύπων *διατάξεων της κατώτερης συνδεσμολογίας της διατρητικής στήλης (Bottom-Hole-Assemblies - BHA)*, ανάλογα με ποιο τμήμα της γεώτρησης ορύσσεται
- Αλλαγές στο **βάρος επί του κοπτικού (*Weight on Bit – WOB*)**
- Χρήση **ειδικών κοπτικών άκρων** ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες

Μηχανολογικός εξοπλισμός



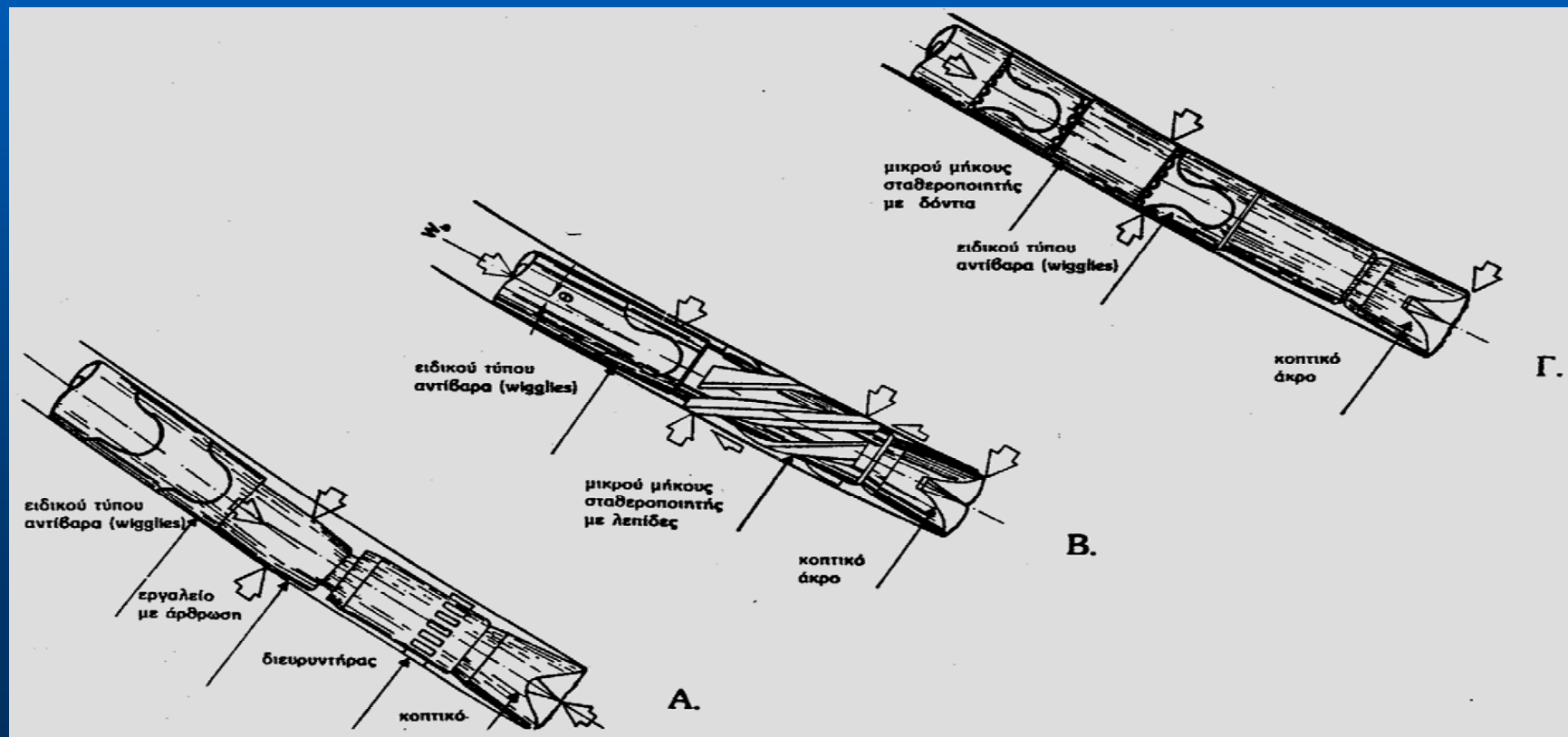
Τύποι κατώτερης συνδεσμολογίας διατρητικής στήλης

1. Όρυξη τμημάτων αύξησης της καμπυλότητας
2. Όρυξη εφαπτομενικών τμημάτων
3. Όρυξη τμημάτων μείωσης της καμπυλότητας
4. Όρυξη υπό σταθερό προσανατολισμό

Μηχανολογικός εξοπλισμός

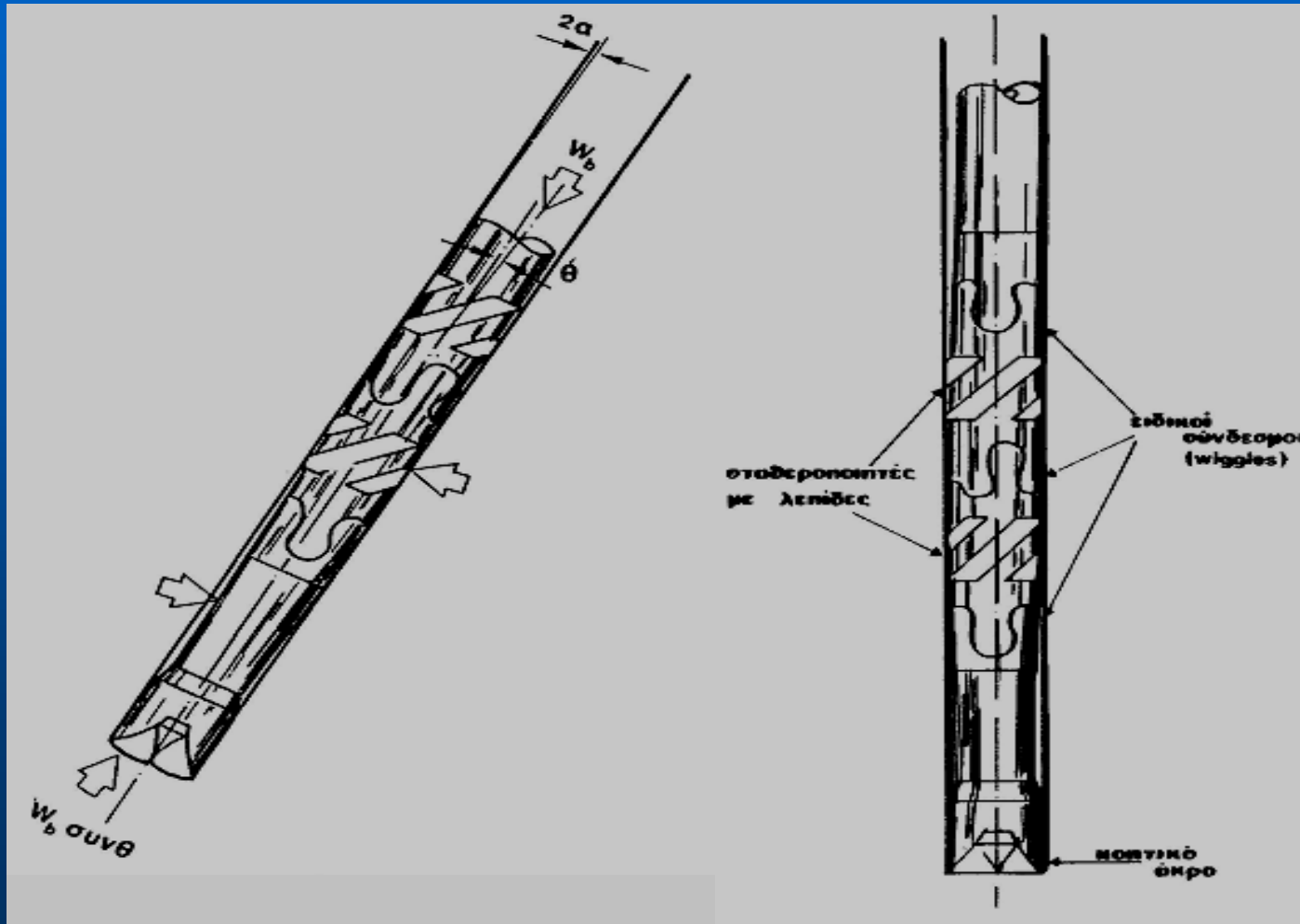
Αντίβαρα ειδικού τύπου (wiggles), μικρού μήκους με αρθρώσεις

- Προσδίδουν στην κατώτερη συνδεσμολογία βάρος και ευκαμψία
- Παρέχουν ρυθμό μεταβολής της γωνίας κλίσης έως $3^\circ/\text{ft}$



Μηχανολογικός εξοπλισμός – Όρυξη

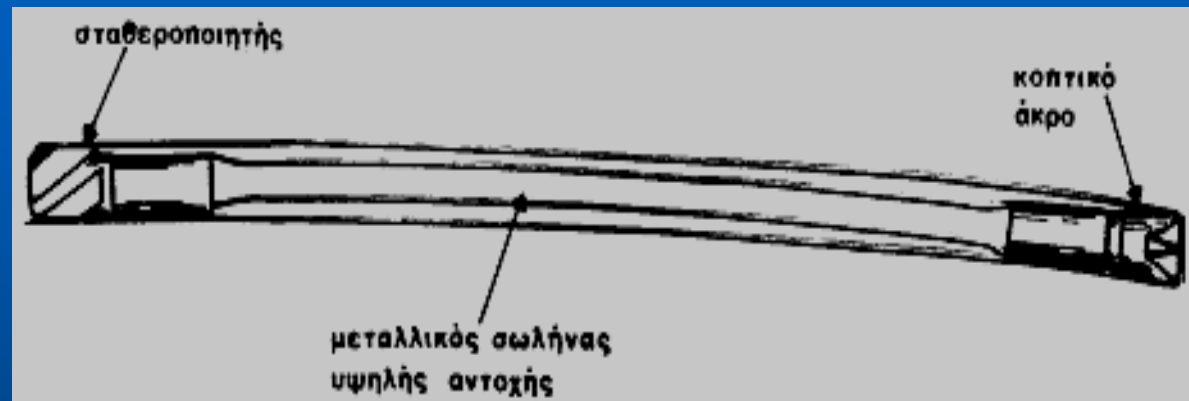
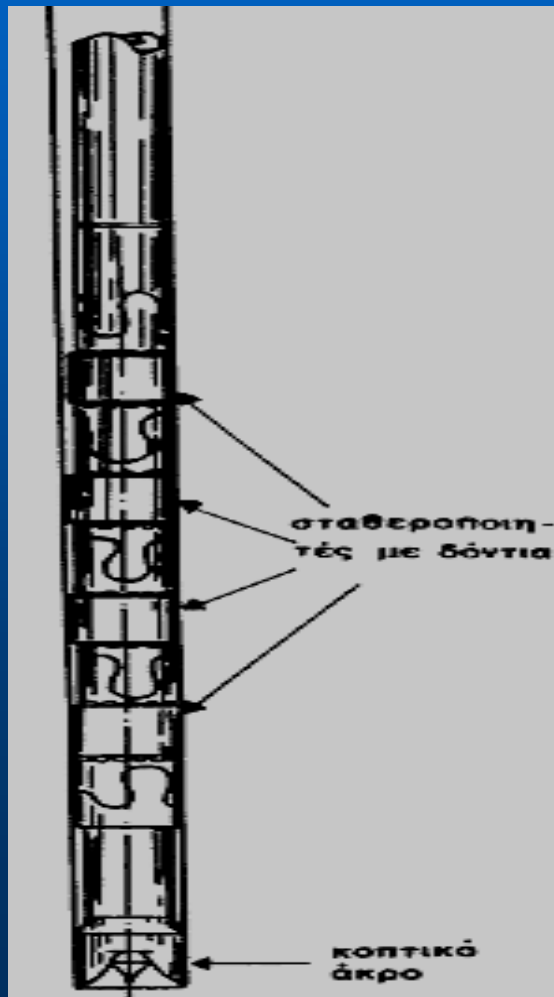
Κατώτερη συνδεσμολογία με αντίβαρα ειδικού τύπου (wiggles)



Διάταξη κατώτερης συνδεσμολογίας που φέρει ειδικά κατασκευασμένα αντίβαρα (wiggles), σε συνδυασμό με σταθεροποιητές που έχουν εξωτερικά λεπίδες. Για την όρυξη του ευθύγραμμου – εφαπτομενικού τμήματος της γεώτρησης

Μηχανολογικός εξοπλισμός – Όρυξη

Κατώτερη συνδεσμολογία για την όρυξη ευθύγραμμων – εφαπτομενικών τμημάτων

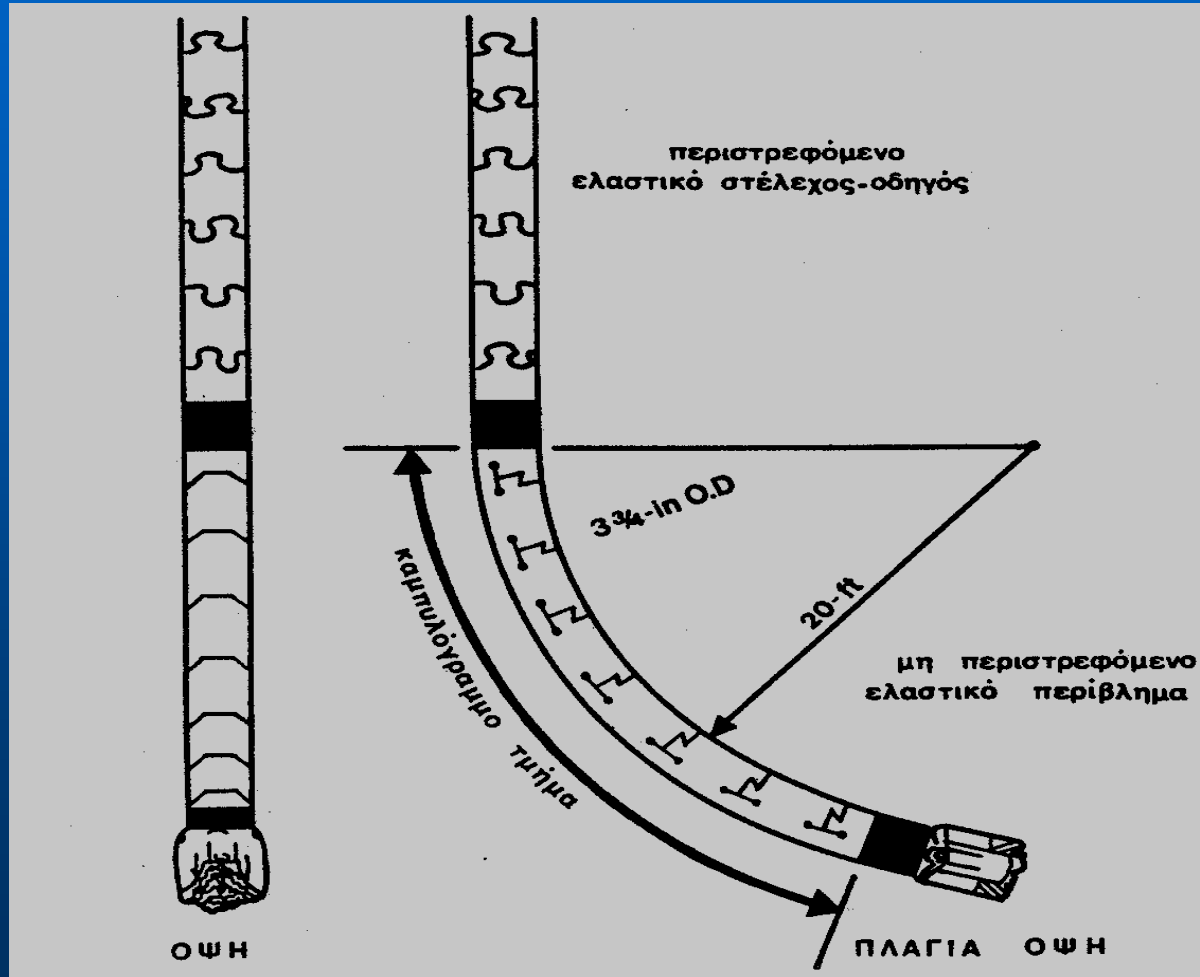


Διάταξη κατώτερης συνδεσμολογίας που φέρει μεταξύ του κοπτικού άκρου και των ειδικών αντιβάρων (wiggles) ένα μεγάλο μήκους λεπτό σωλήνα από χάλυβα ειδικής αντοχής

Διάταξη κατώτερης συνδεσμολογίας που φέρει σταθεροποιητές με δόντια στην εξωτερική τους επιφάνεια

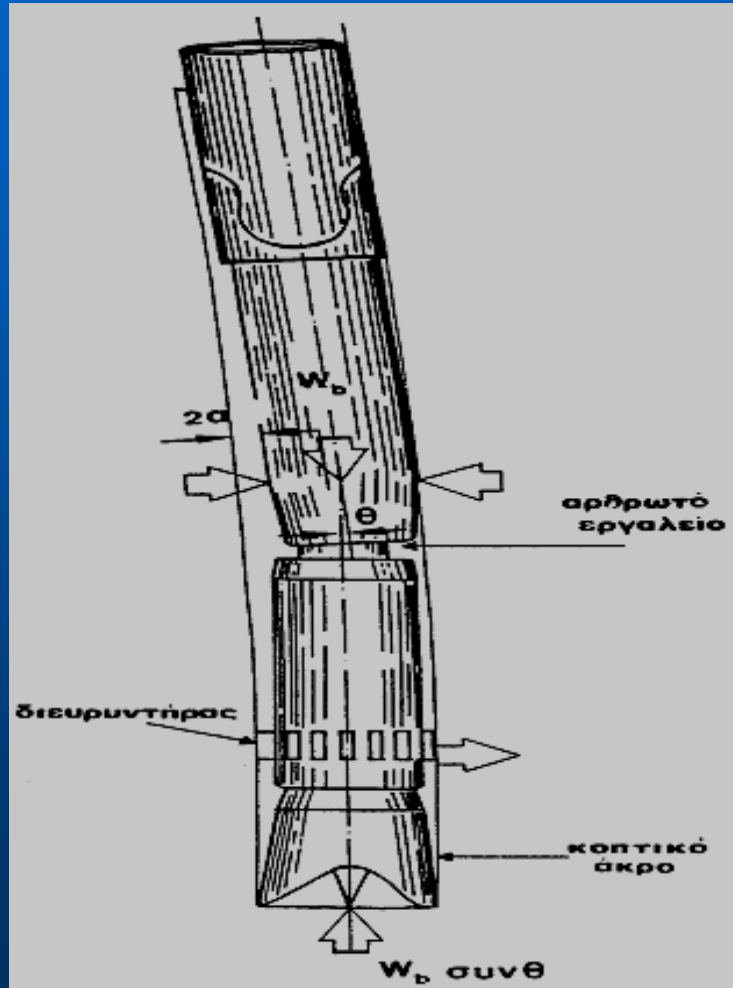
Μηχανολογικός εξοπλισμός

Σύστημα Eastman Whipstock για την όρυξη γεωτρήσεων μικρού τόξου



Μηχανολογικός εξοπλισμός – Όρυξη

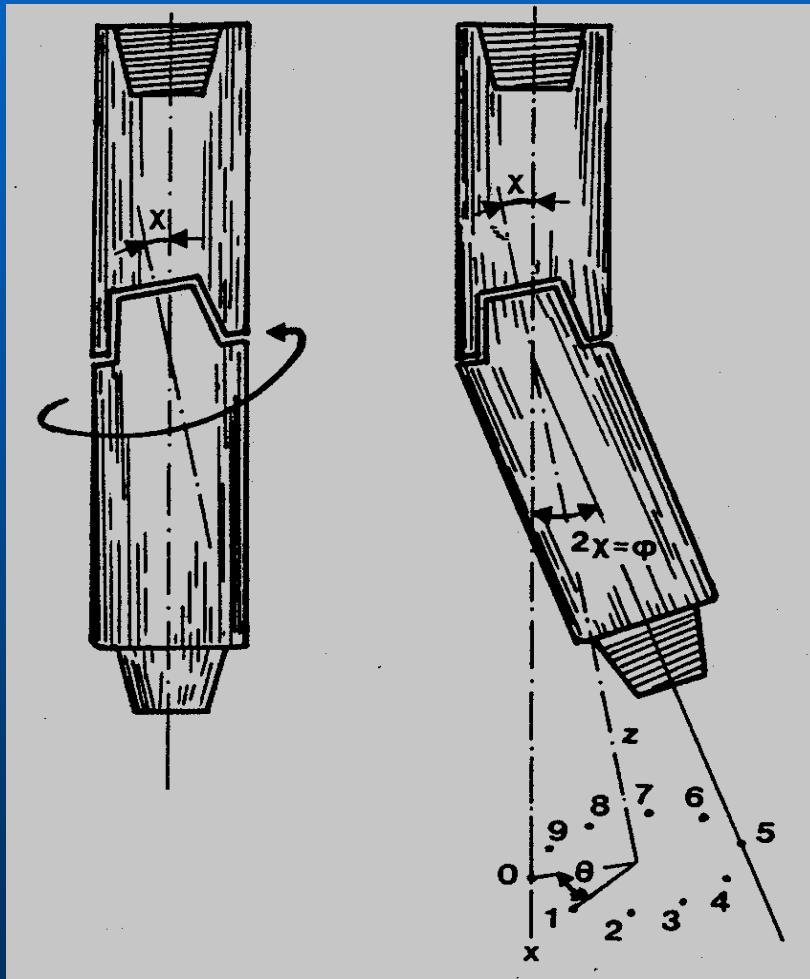
Κατώτερη συνδεσμολογία με αρθρωτό εργαλείο



Διάταξη κατώτερης συνδεσμολογίας που αποτελείται από το κοπτικό άκρο, περικοπήρα (διευρυντήρα) και αρθρωτό εργαλείο. Για την όρυξη του τμήματος αύξησης της γωνίας κλίσης μιας κατευθυνόμενης γεώτρησης

Μηχανολογικός εξοπλισμός

Σύστημα Telepilote



Σύστημα Telepilote \equiv
 \equiv Τηλεχειριζόμενο αντίβαρο υπό κλίση

Επιτυγχάνει:

- Στροφή 360° στο οριζόντιο επίπεδο, με ταυτόχρονη μεταβολή στη γωνία κλίσης (από 0° έως $2,5^\circ$ ή 3°)
- Επιλογή της επιθυμητής γωνία κλίσης από την επιφάνεια, με τηλεχειρισμό (ως εκ τούτου και ο χαρακτηρισμός του ως *remote controlled bent-sub*)

Μηχανολογικός εξοπλισμός

Διατρητικά στελέχη από αλουμίνιο

- Προσδίδουν στην κατώτερη συνδεσμολογία ευκαμψία και ελαστικότητα
- Μειώνουν το βάρος της διατρητικής στήλης μείωση των δυνάμεων τριβής



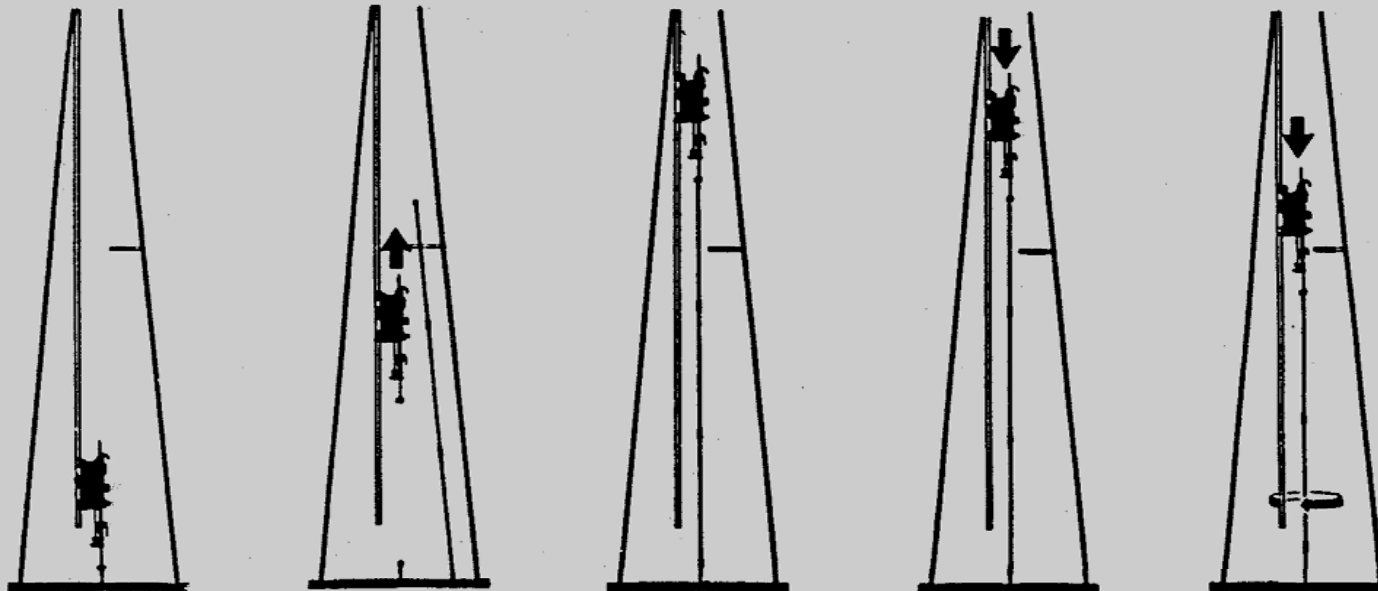
Συνδυασμός στελεχών από χάλυβα και αλουμίνιο (σύνθετη διατρητική στήλη)

- ➔ Κινητήρες πυθμένα
- ➔ Υδραυλικά αντίβαρα

	Χάλυβας Grade E	Αλουμίνιο
Εξωτ. διάμετρος στελέχους	5.00	5.15
Εσωτ. διάμετρος στελέχους	4.28	4.10
Εξωτ. διάμετρος συνδέσμου	7.00	7.00
Βάρος/ft (lb)	„	„
• στον αέρα	21.40	13.20
• σε λάσπη με ε.β. 10 lb/gal	18.10	8.49
• σε λάσπη με ε.β. 12 lb/gal	17.50	7.56
• σε λάσπη με ε.β. 14 lb/gal	16.80	6.62
Όριο εφελκυσμού (10 ³ lb)	396.00	442.00
Όριο στρέψης (10 ³ ft lb)	41.00	44.00
Όριο διάρρηξης (10 ³ psi)	13.00	11.40
Όριο αστοχίας (10 ³ psi)	8.10	9.50
Μέτρο ελαστικότητας (10 ⁶ psi)	30.00	10.60

Μηχανολογικός εξοπλισμός

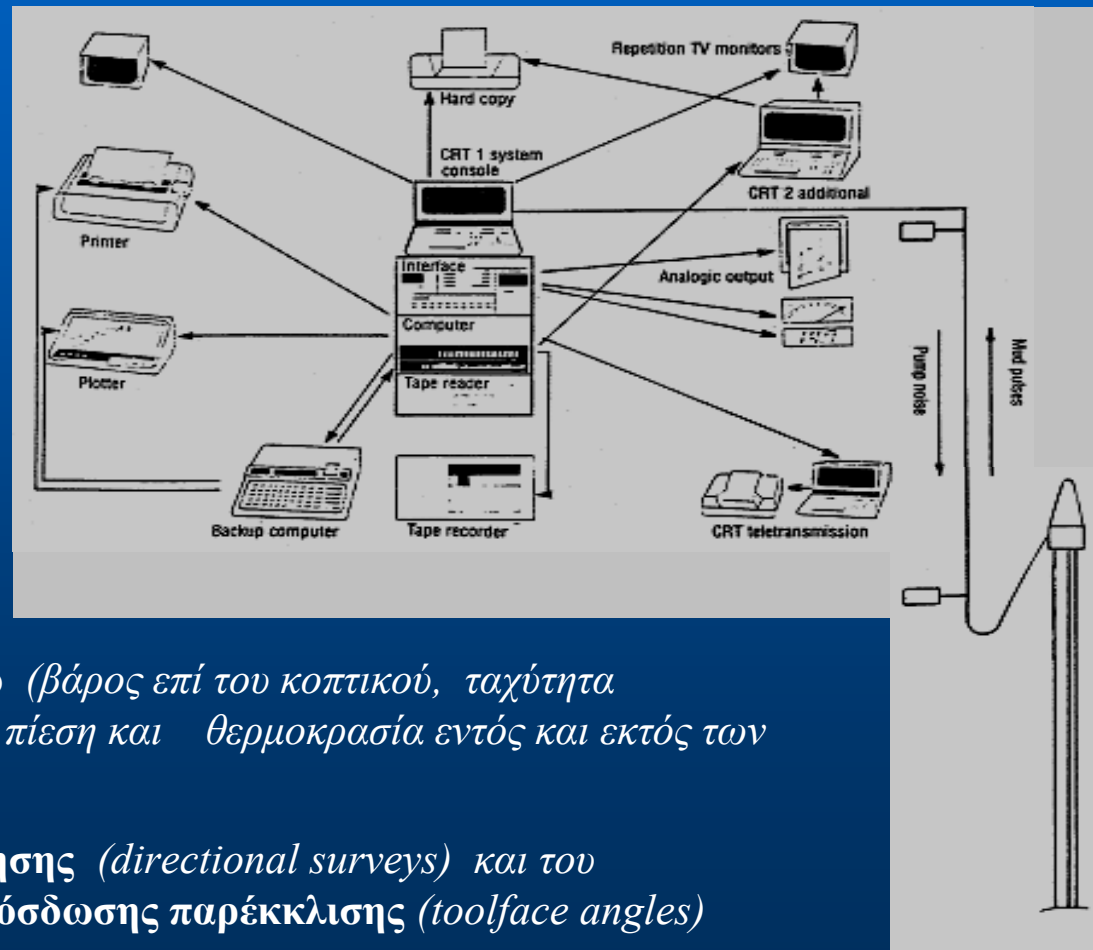
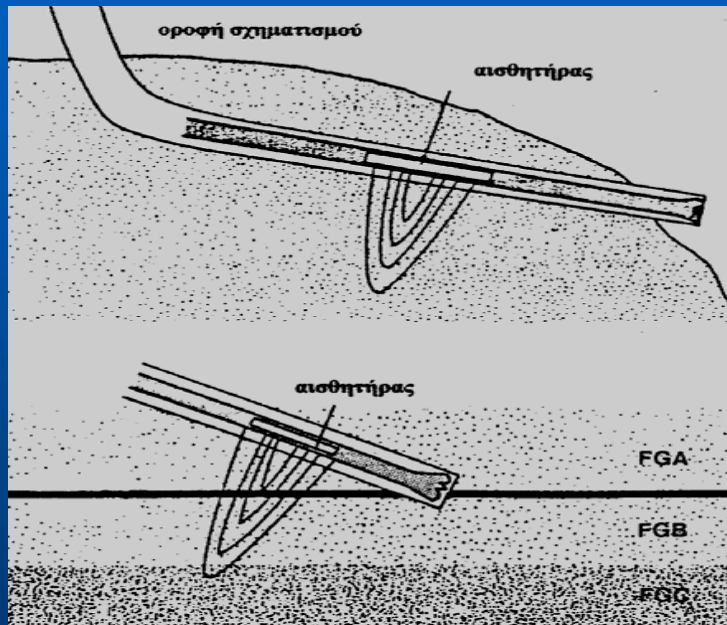
Ενιαίο σύστημα οδήγησης στην κορυφή του γεωτροπάνου (Top Drive System)



- Ανύψωση κινητήρα
- Ανύψωση στελεχών σε τριάδες (triples)
- Πρόσδεση κινητήρα στα διατρητικά στελέχη
- Διακοπή κυκλοφορίας λάσπης
- Αποδέσμευση κινητήρα από διατρητική στήλη
- Εναρξη κυκλοφορίας λάσπης
- Εναρξη διάτρησης
- Πρόσδεση στελεχών στη διατρητική στήλη

Μηχανολογικός εξοπλισμός

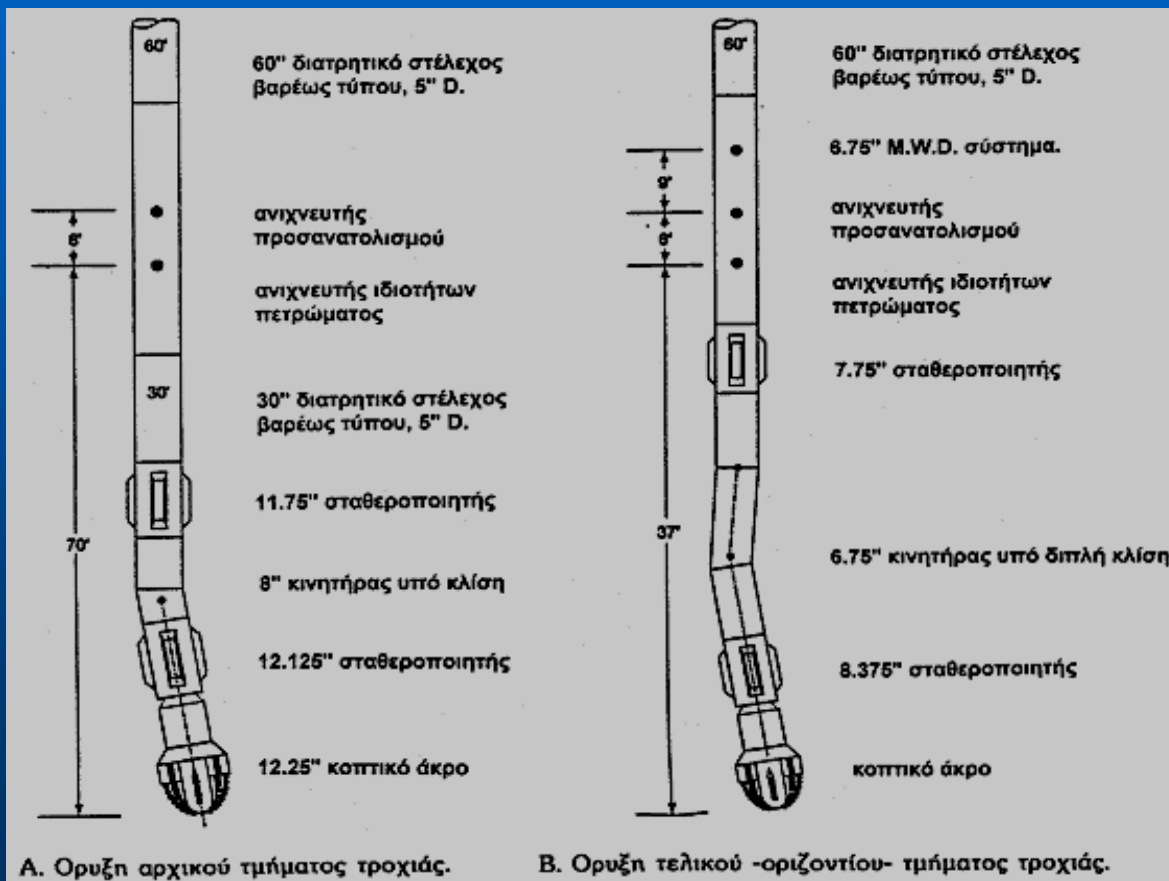
Συστήματα εκτέλεσης μετρήσεων κατά τη διάτρηση (Measurements-While-Drilling - MWD)



- Πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο (βάρος επί του κοπτικού, ταχύτητα περιστροφής, ταχύτητα διάτρησης, πίεση και θερμοκρασία εντός και εκτός των διατρητικών στελεχών)
- Μετρήσεις της πορείας της γεώτρησης (*directional surveys*) και του προσανατολισμού των οργάνων πρόσδωσης παρέκκλισης (*toolface angles*)

Μηχανολογικός εξοπλισμός

Συστήματα οδήγησης κοπτικού (Steerable drilling systems)



Στόχος:

Αποφυγή ανέλκυσης της διατρητικής στήλης στην επιφάνεια κάθε φορά που απαιτείται αλλαγή του προσανατολισμού της τροχιάς της γεώτρησης

Οδήγηση του κοπτικού:

Αλλαγή πορείας



Κινητήρας πυθμένα

Διατήρηση σταθερής πορείας

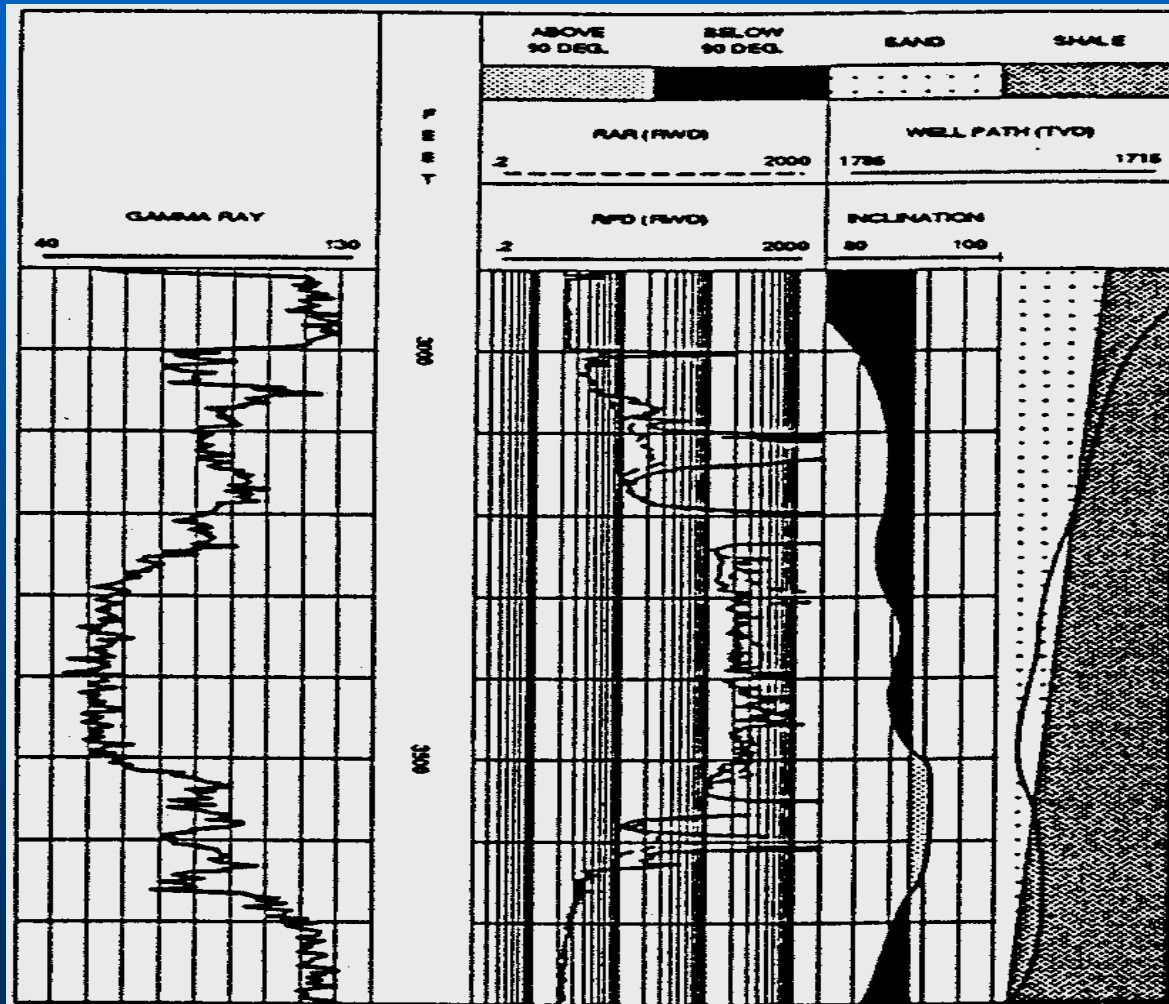


Περιστροφική τράπεζα +
Κινητήρας πυθμένα

Κοπτικό άκρο - Κινητήρας πυθμένα - Όργανα MWD - Σταθεροποιητές

Μηχανολογικός εξοπλισμός

Συστήματα οδήγησης κοπτικού (Steerable drilling systems)



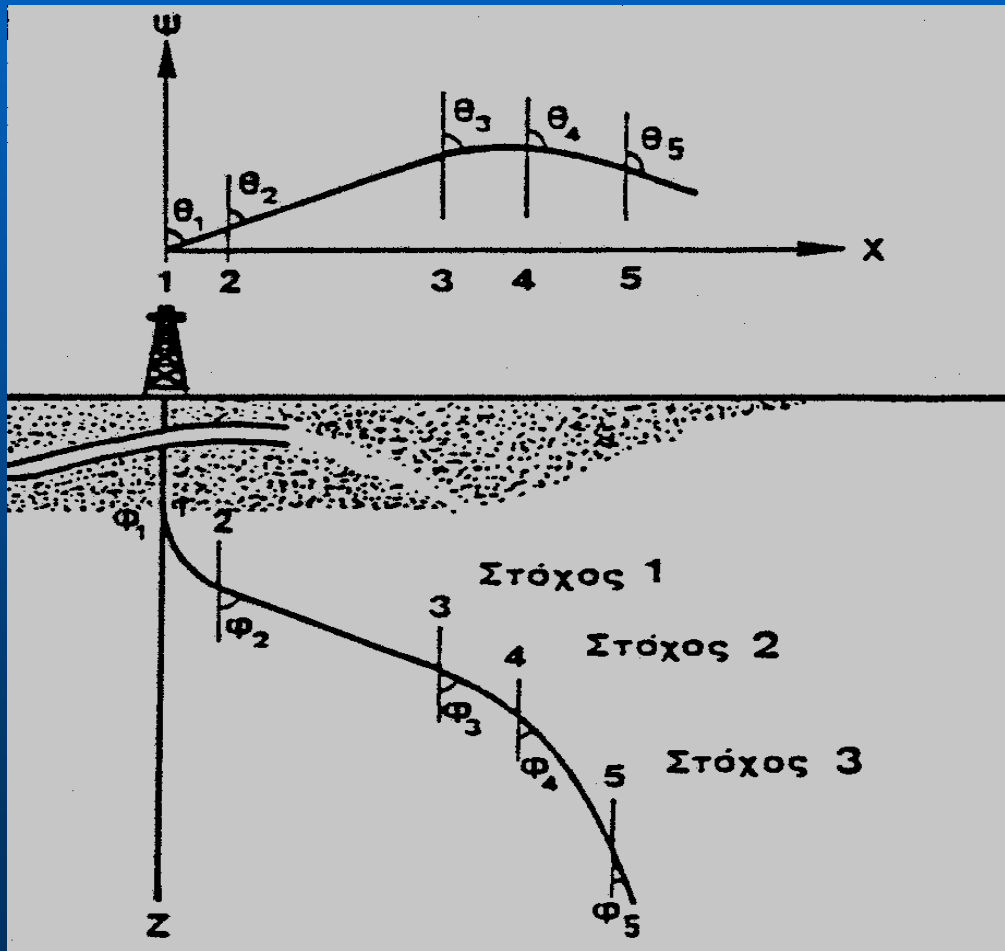
Συνδυασμός συστημάτων MWD και LWD

Γεωπροσανατολισμός:

Εκτέλεση μετρήσεων που συμβάλλουν στον προσανατολισμό της πορείας της γεώτρησης σε πραγματικό χρόνο, καταγραφή των πληροφοριών που αφορούν στα γεωλογικά χαρακτηριστικά του υπεδάφους και στις φυσικές ιδιότητες των πετρωμάτων και ορθολογική συσχέτισή τους με τη χρήση της πληροφορικής

Σχεδιασμός κεκλιμένων γεωτρήσεων

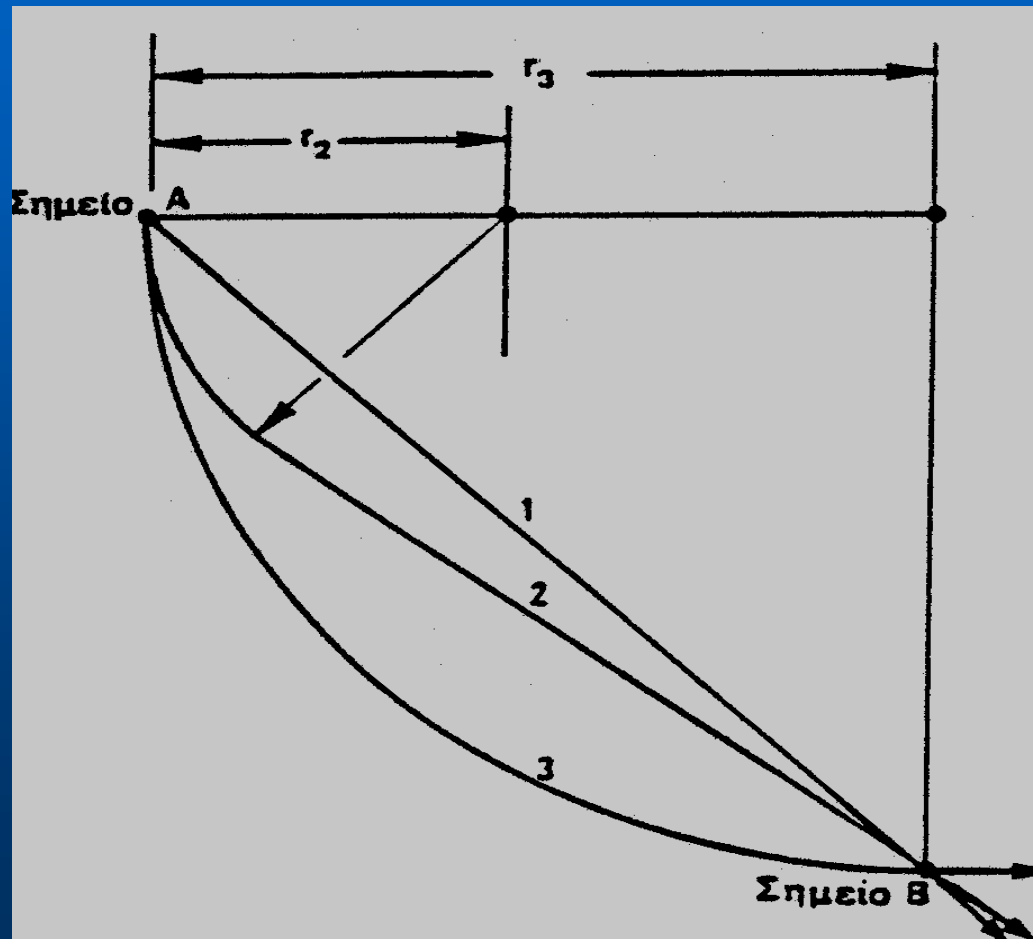
Τύποι τμημάτων βασικής τροχιάς



- Τμήμα μεταβολής της γωνίας κλίσης - καμπυλόγραμμο τμήμα (τμήμα 1-2)
- Εφαπτομενικό - ευθύγραμμο τμήμα με σταθερές γωνίες κλίσης και διεύθυνσης (τμήμα 2-3)
- Τμήμα ελικοειδούς στροφής (μεταβολή της γωνίας διεύθυνσης) (τμήμα 3-4)
- Τμήμα ταυτόχρονης μεταβολής των γωνιών κλίσης και διεύθυνσης (τμήμα 4-5)

Σχεδιασμός κεκλιμένων γεωτρήσεων

Εναλλακτικός σχεδιασμός

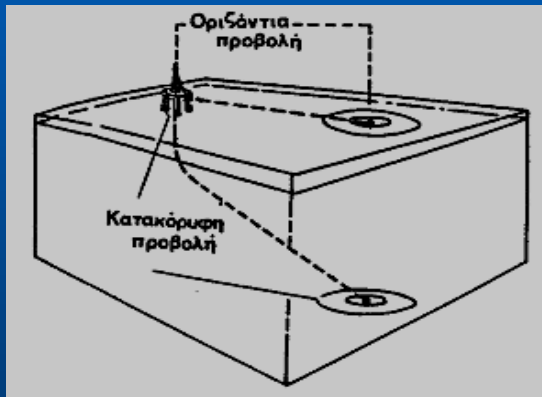


- Σχεδιασμός στο κατακόρυφο επίπεδο (αλλαγή κλίσης)
- Σχεδιασμός στο οριζόντιο επίπεδο (αλλαγή διεύθυνσης)

Σχεδιασμός κεκλιμένων γεωτρήσεων

Προσδιορισμός τροχιάς

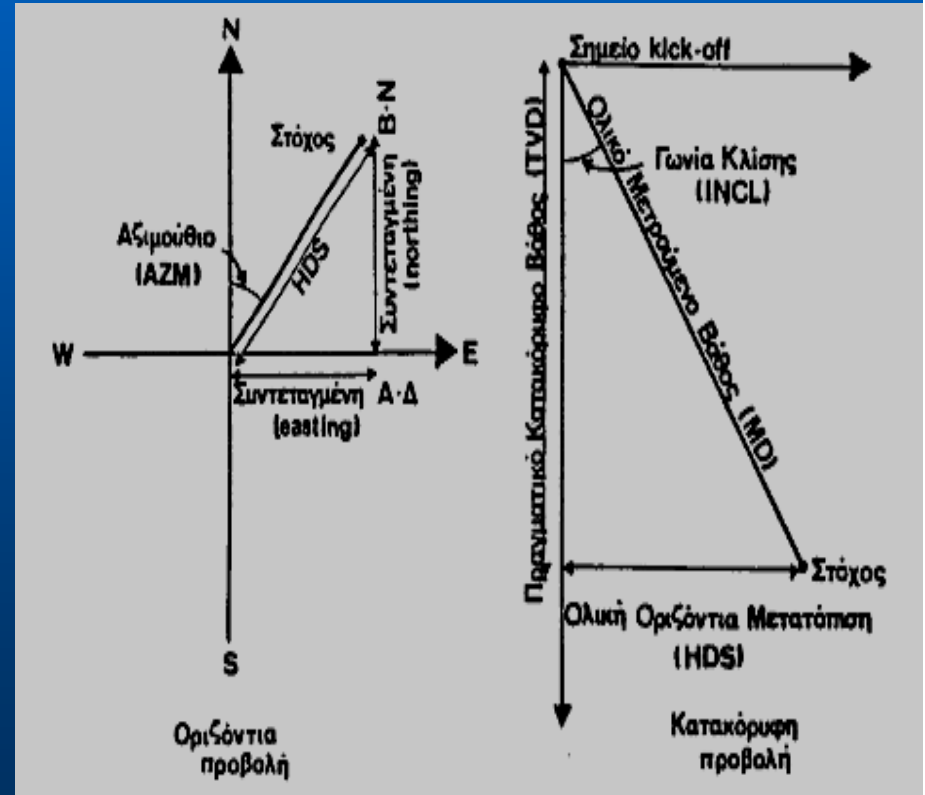
Σημείο αναφοράς: Θέση τρισσορθογώνιου συστήματος αξόνων
(π.χ. σημείο έναρξης γεώτρησης στην επιφάνεια)



Η θέση κάθε σημείου επί του άξονα της γεώτρησης προσδιορίζεται σε σχέση με το σημείο αναφοράς

Παράμετροι:

- ✓ Γωνία κλίσης
- ✓ Γωνία διεύθυνσης
- ✓ Ολικό μετρούμενο βάθος
- ✓ Πραγματικό κατακόρυφο βάθος (z)
- ✓ Ολική οριζόντια μετατόπιση
- ✓ Συντεταγμένες A-Δ και B-N (x,ψ)



Σχεδιασμός κεκλιμένων γεωτρήσεων

Μέθοδοι υπολογισμού τροχιάς

Μετρήσεις
σε κάθε σημείο-σταθμό
(survey stations)



- ✓ γωνία κλίσης (I_i)
- ✓ γωνία διεύθυνσης (A_i)
- ✓ διατρυθέν διάστημα (MD_i)

Προσδιοριζόμενα μεγέθη
σε κάθε σημείο-σταθμό
(survey stations)



- ✓ πραγματικό κατακόρυφο βάθος (TVD_i)
- ✓ ολική οριζόντια μετατόπιση (HDS_i)
- ✓ συντεταγμένη Α-Δ (EW_i)
- ✓ συντεταγμένη Β-Ν (NS_i)

Για κάθε τριάδα (I , A , MD) σε δύο συνεχόμενους σταθμούς i και $i + 1$ προσδιορίζονται οι μεταβολές των παραμέτρων:

▶ (ΔVD) (από i σε $i+1$)

▶ (ΔE) (από i σε $i+1$)

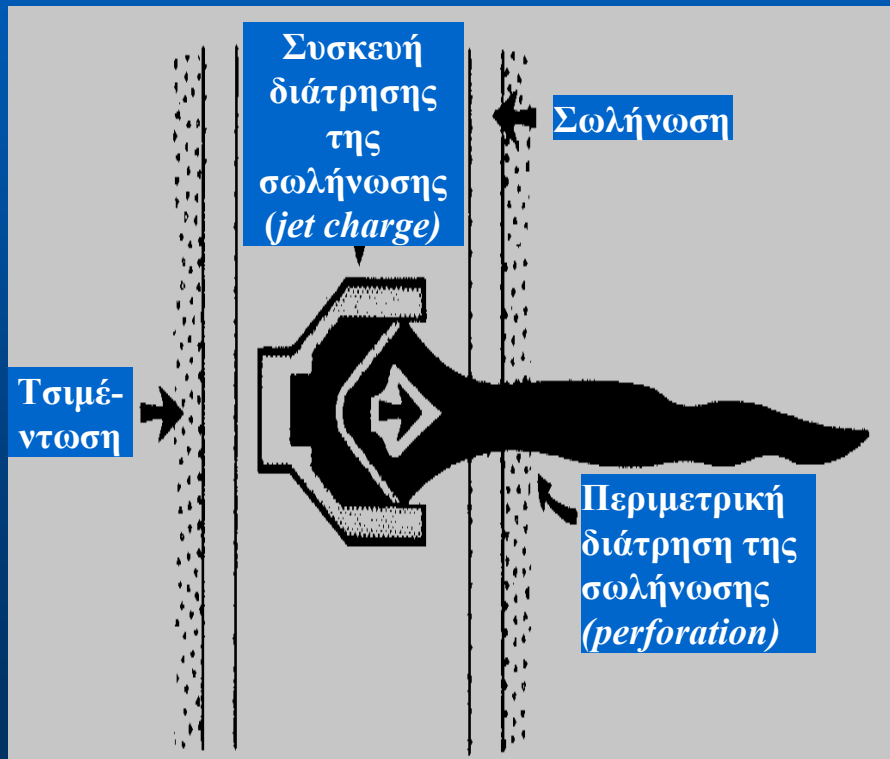
▶ (ΔD) (από i σε $i+1$)

▶ (ΔN) (από i σε $i+1$)

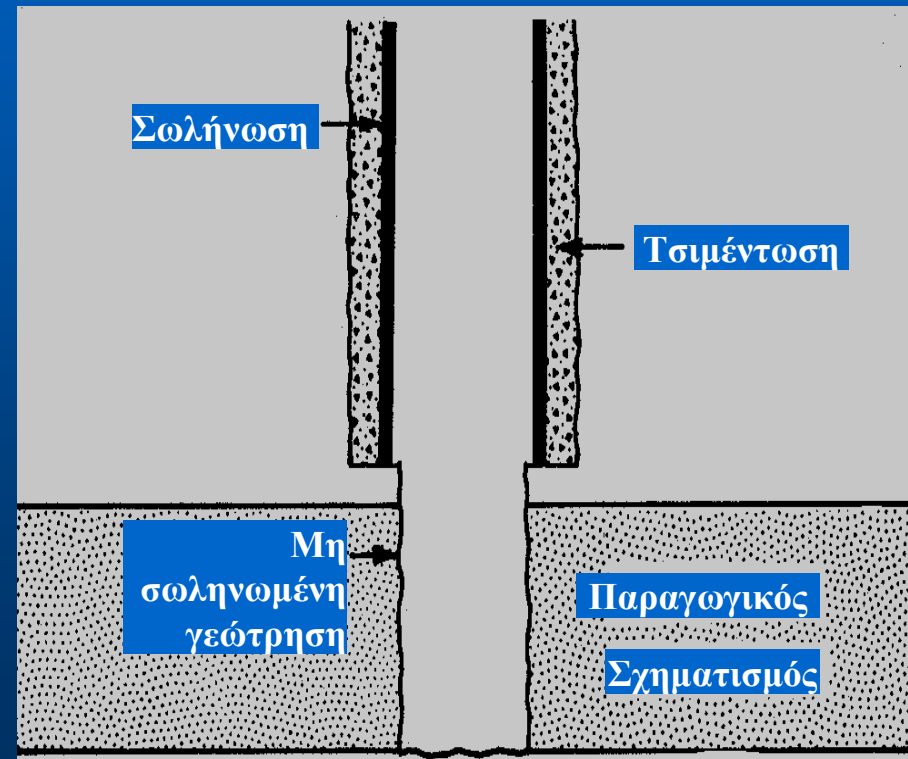
Κάθε μεταβολή από i σε $i + 1$, προστίθεται στην αντίστοιχη τιμή του προηγούμενου σταθμού (i) για να προκύψουν οι κανονικές τιμές στο σταθμό $i + 1$.

Ολοκλήρωση γεωτρήσεων

Ολοκλήρωση σωληνωμένων γεωτρήσεων

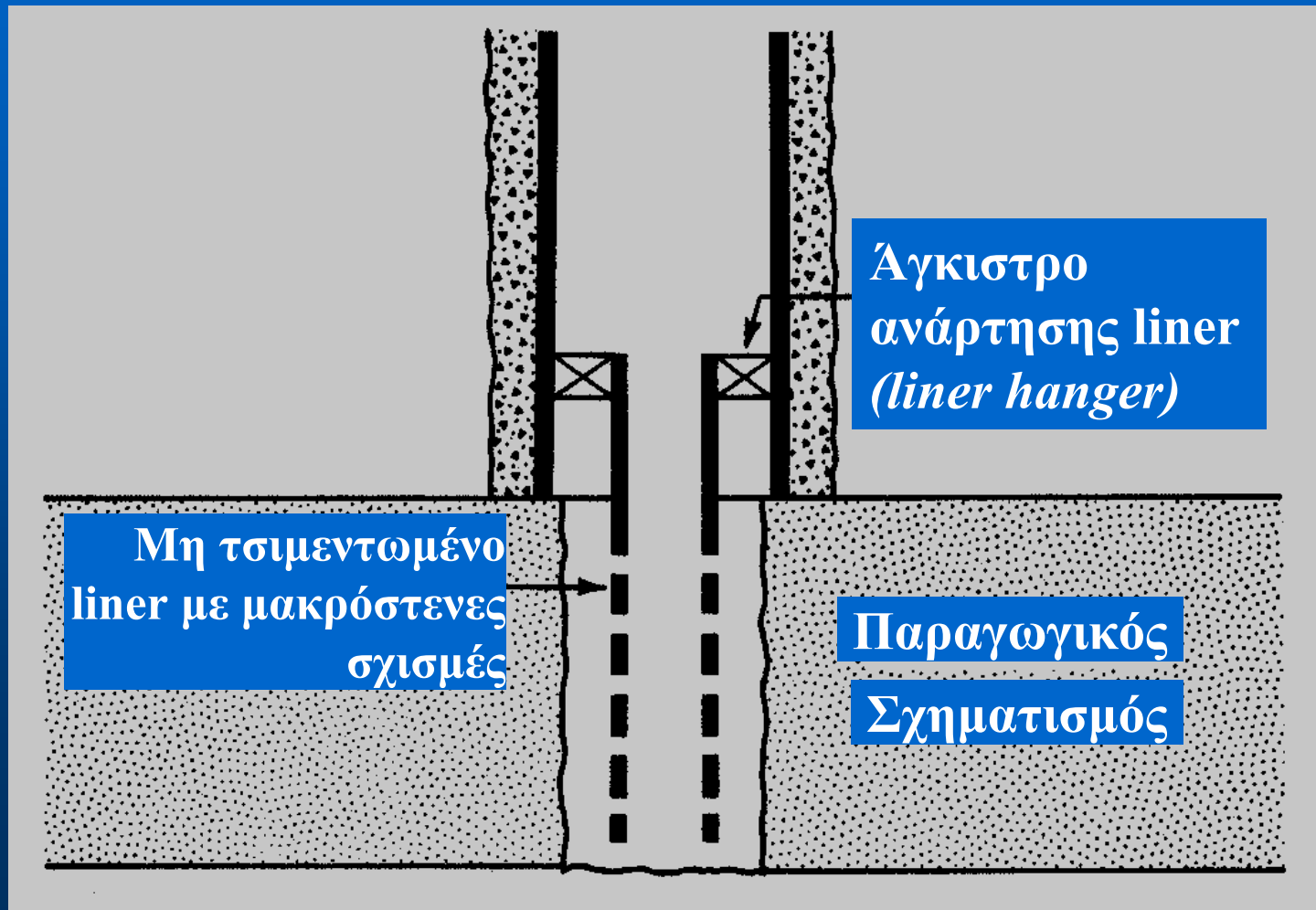


Ολοκλήρωση μη σωληνωμένων γεωτρήσεων



Ολοκλήρωση γεωτρήσεων

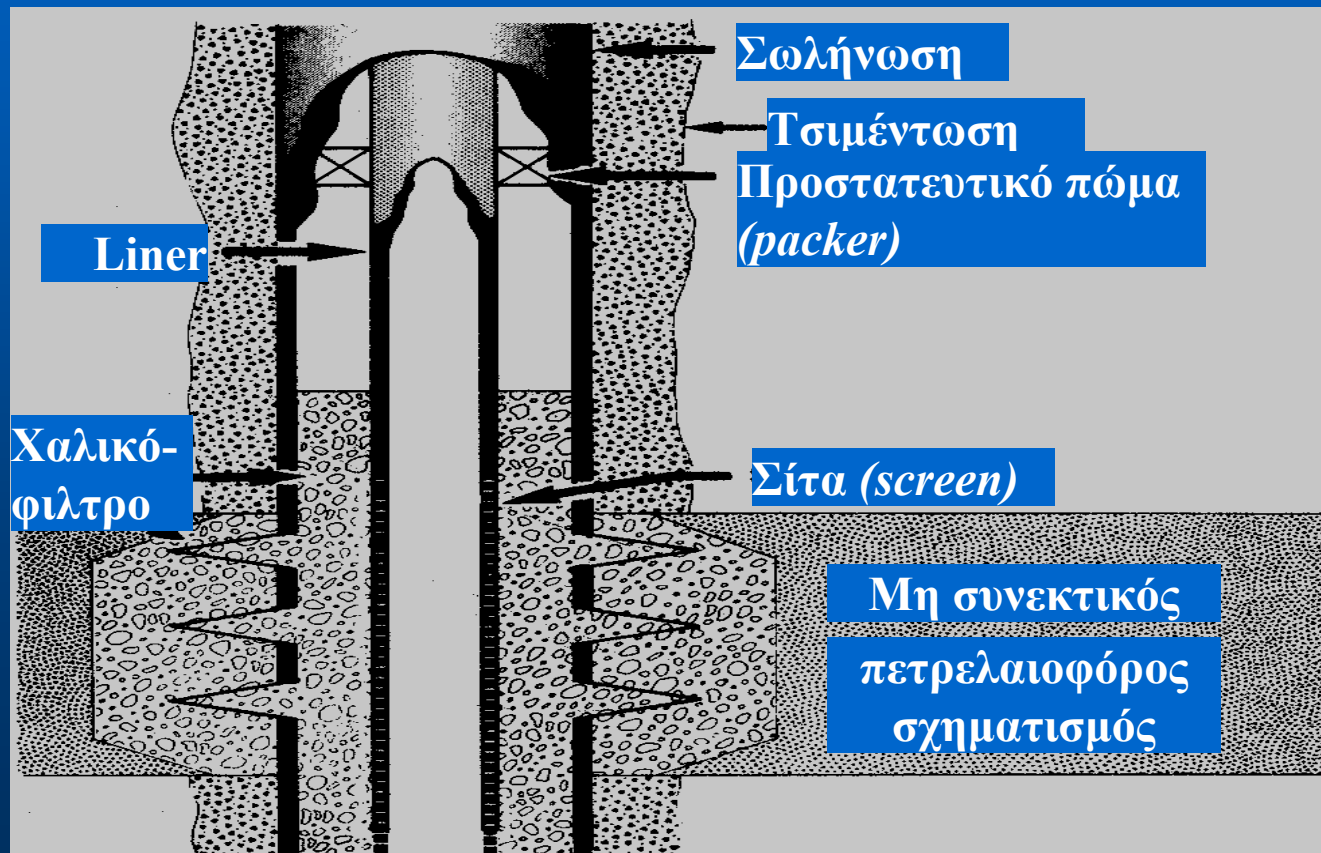
Ολοκλήρωση γεώτρησης με χρήση διάτρητου liner



Ολοκλήρωση γεωτρήσεων

Ολοκλήρωση γεώτρησης με έλεγχο της εισόδου άμμου στη γεώτρηση
(sand control)

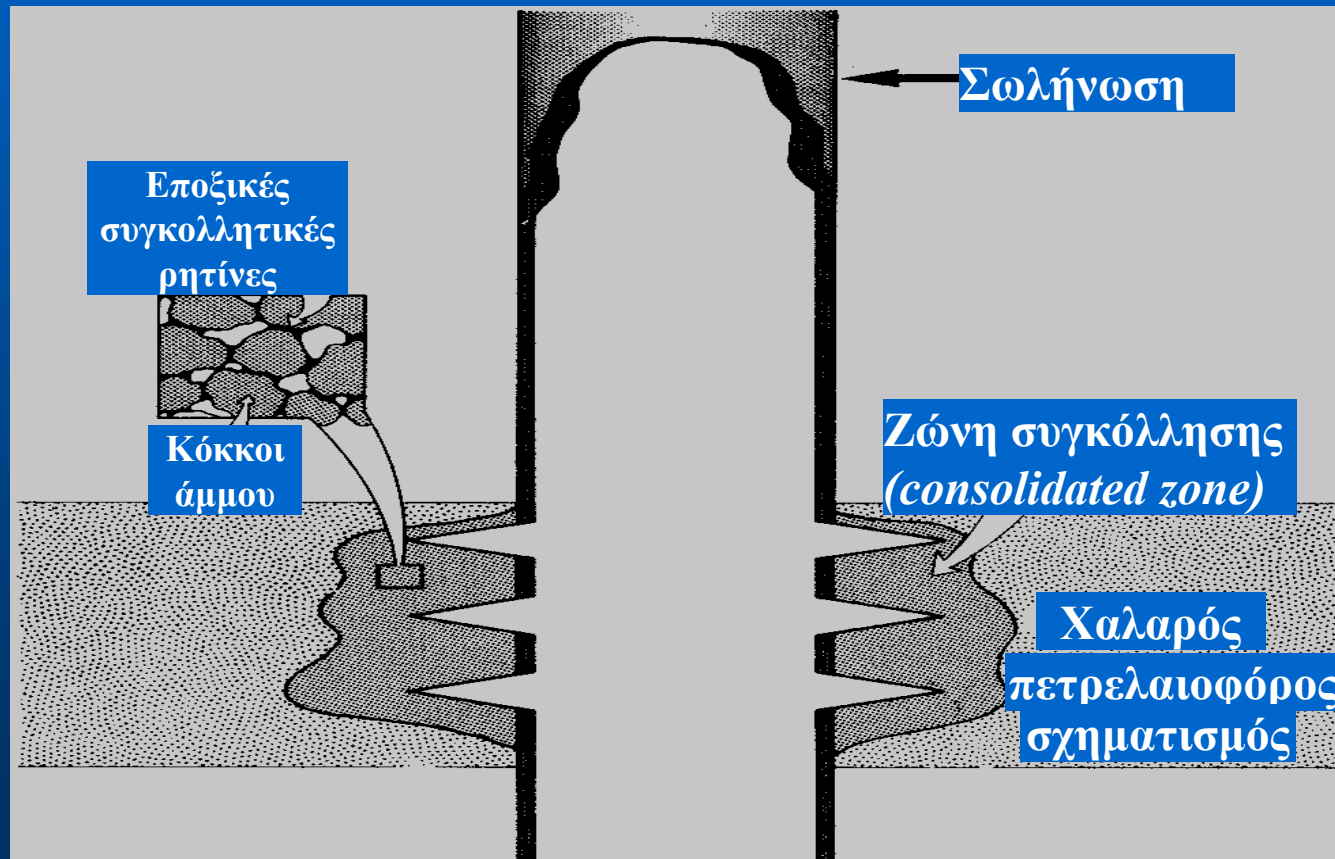
A. Χρήση χαλκόφιλτρων (gravel packing)



Ολοκλήρωση γεωτρήσεων

Ολοκλήρωση γεώτρησης με έλεγχο της εισόδου άμμου στη γεώτρηση
(sand control)

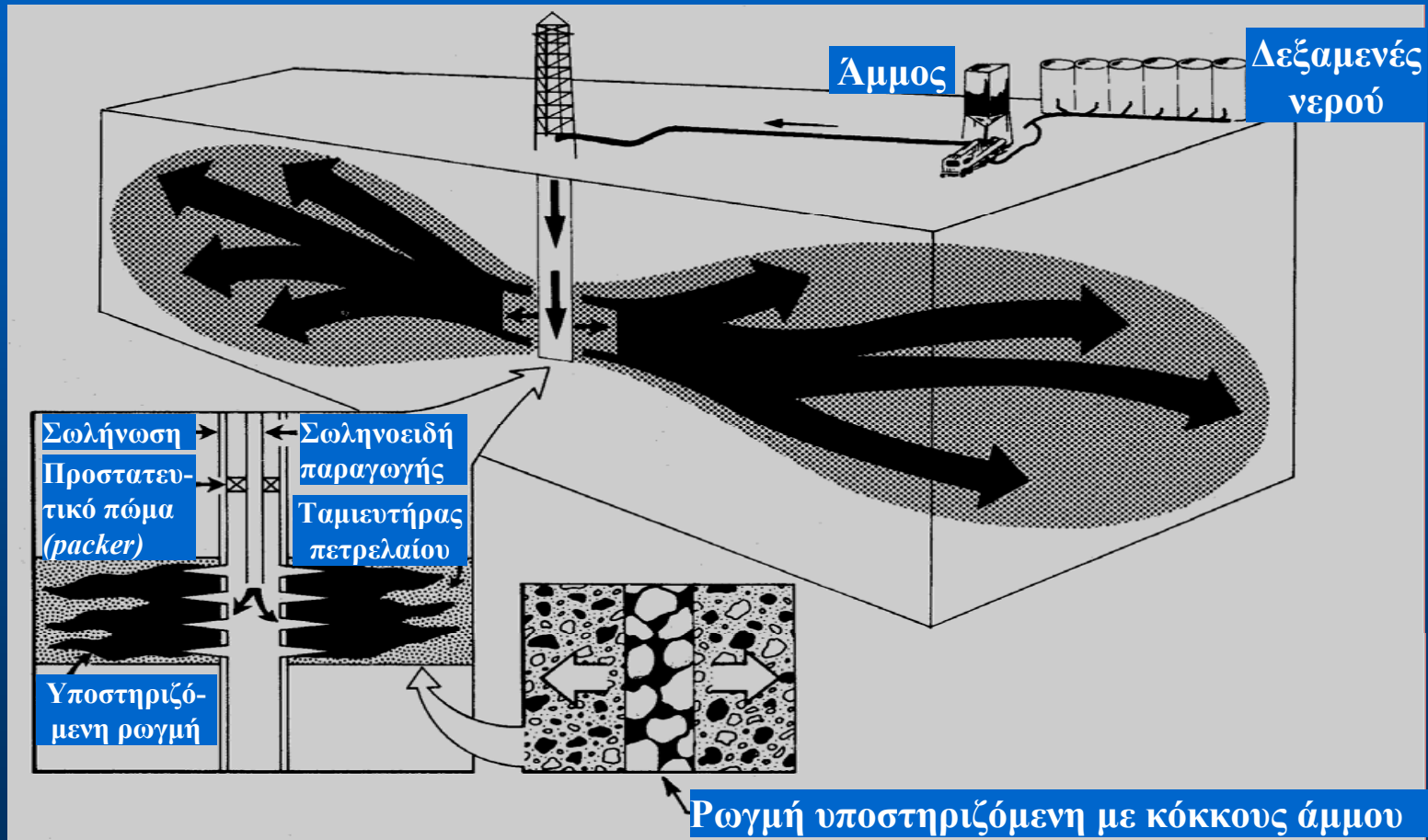
B. Συγκόλληση των κόκκων της άμμου (sand consolidation)



Ολοκλήρωση γεωτρήσεων

Αύξηση της διαπερατότητας του παραγωγικού σχηματισμού

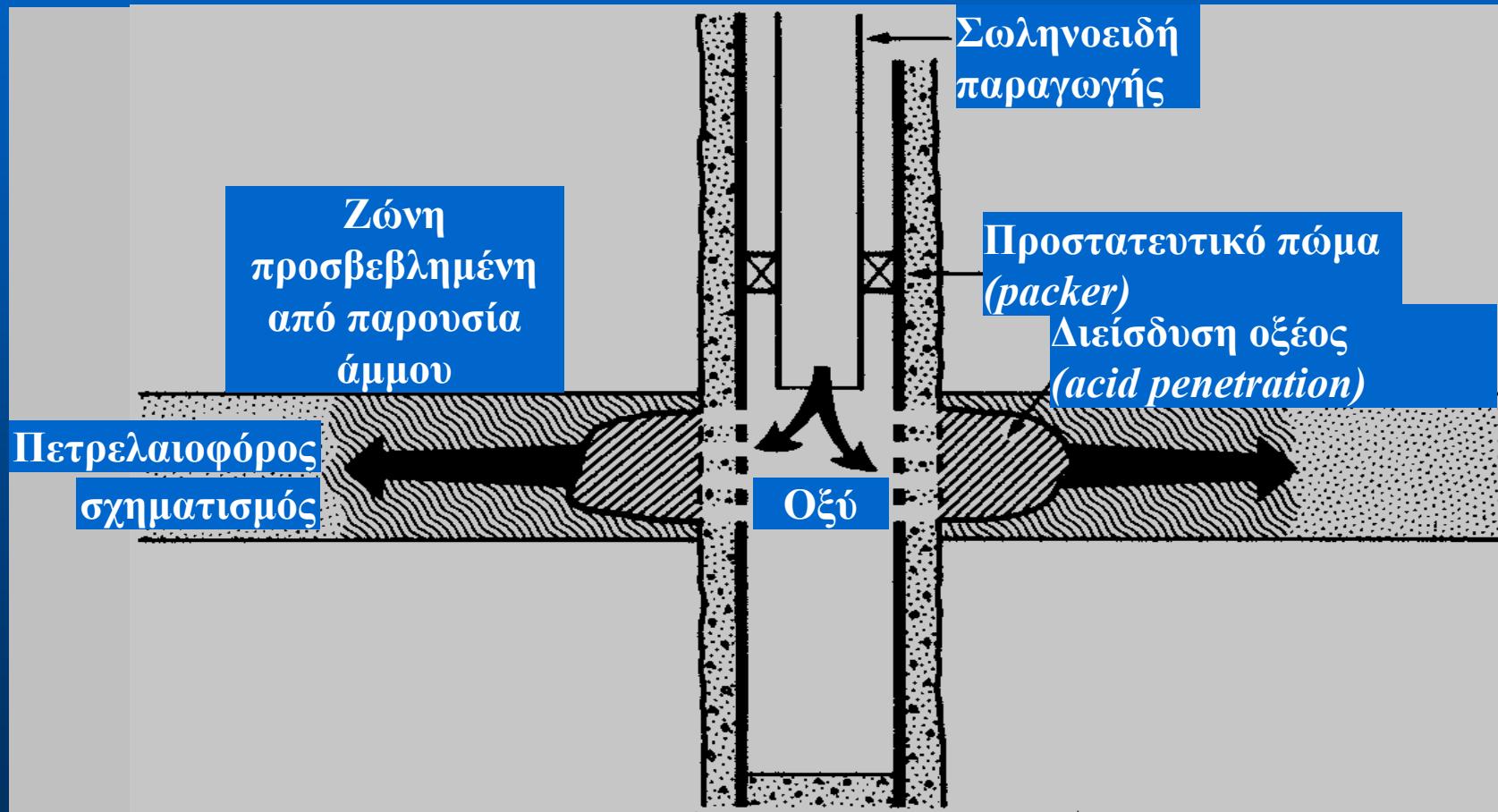
A. Με εφαρμογή υδραυλικής ρωγμάτωσης (hydraulic fracturing)



Ολοκλήρωση γεωτρήσεων

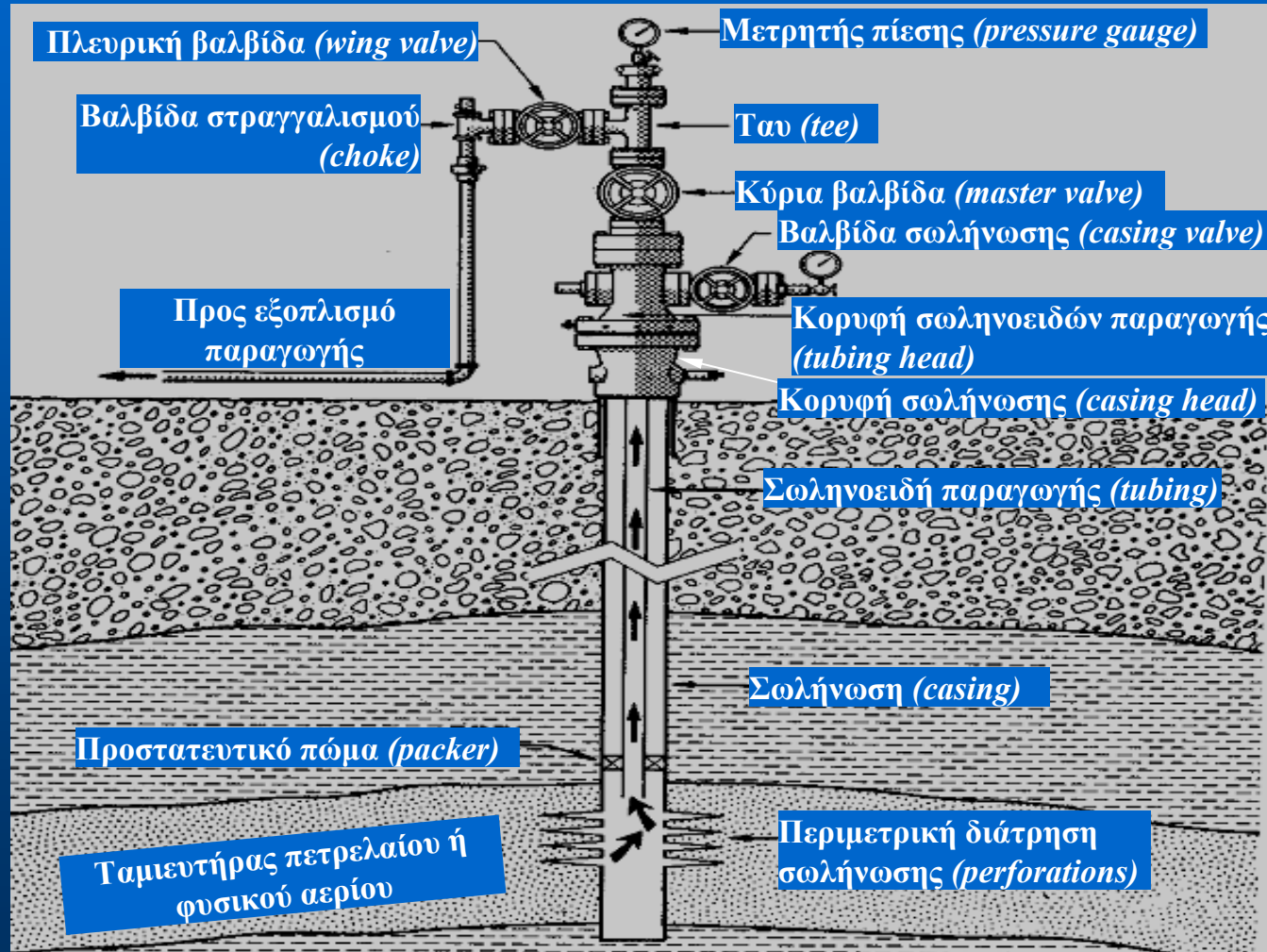
Αύξηση της διαπερατότητας του παραγωγικού σχηματισμού

B. Με εφαρμογή κατεργασίας με οξέα (acid treatment)



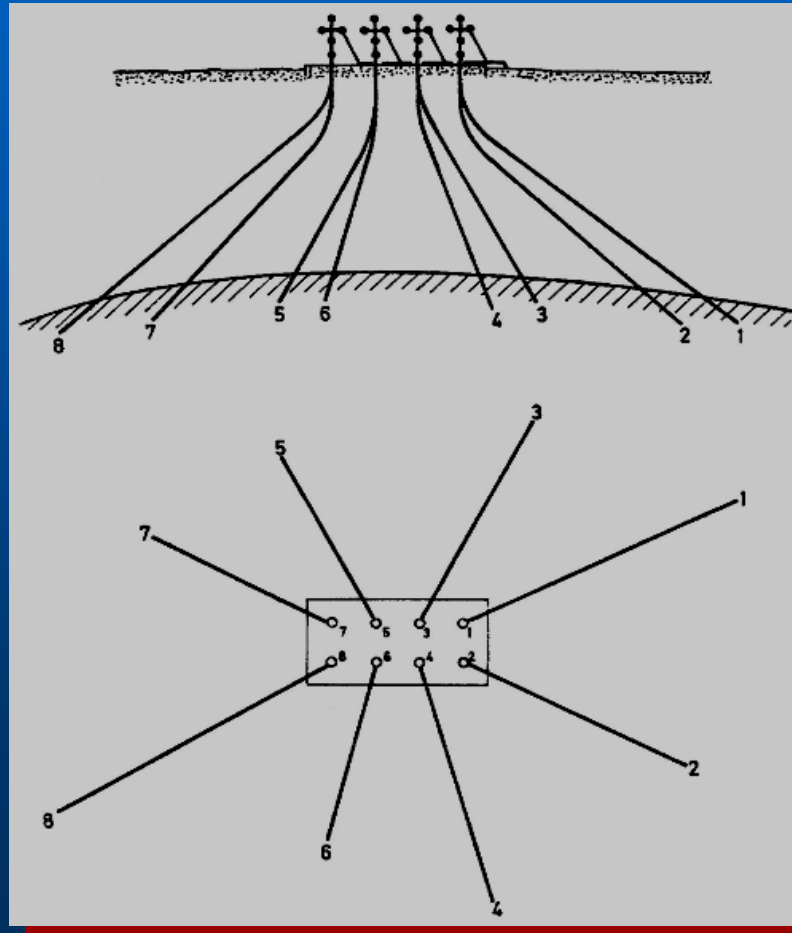
Ολοκλήρωση γεωτρήσεων

Κεφαλή της γεώτρησης (Christmas tree)



Ειδικές εφαρμογές της κατευθυνόμενης διάτρησης

Παράδειγμα κεκλιμένων γεωτρήσεων από ομάδα γεωτρυπάνων



Καθοριστικοί παράγοντες που συνέβαλλαν στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών όρυξης



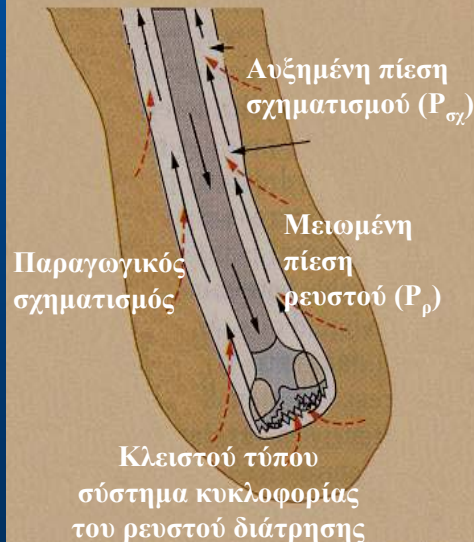
- ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΔΙΑΤΡΗΣΗΣ – *HORIZONTAL DRILLING*
- ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΡΥΞΗΣ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΟΠΙΕΣΗΣ ΠΥΘΜΕΝΑ – *UNDERBALANCED DRILLING*
- ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΡΥΞΗΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΜΙΚΡΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ – *SLIM HOLE DRILLING*
- ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΡΥΞΗΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΡΙΕΛΙΓΜΕΝΟΥ ΣΩΛΗΝΑ – *COILED TUBING DRILLING*

Τεχνική όρυξης υπό συνθήκες υποπίεσης πυθμένα - Underbalanced drilling

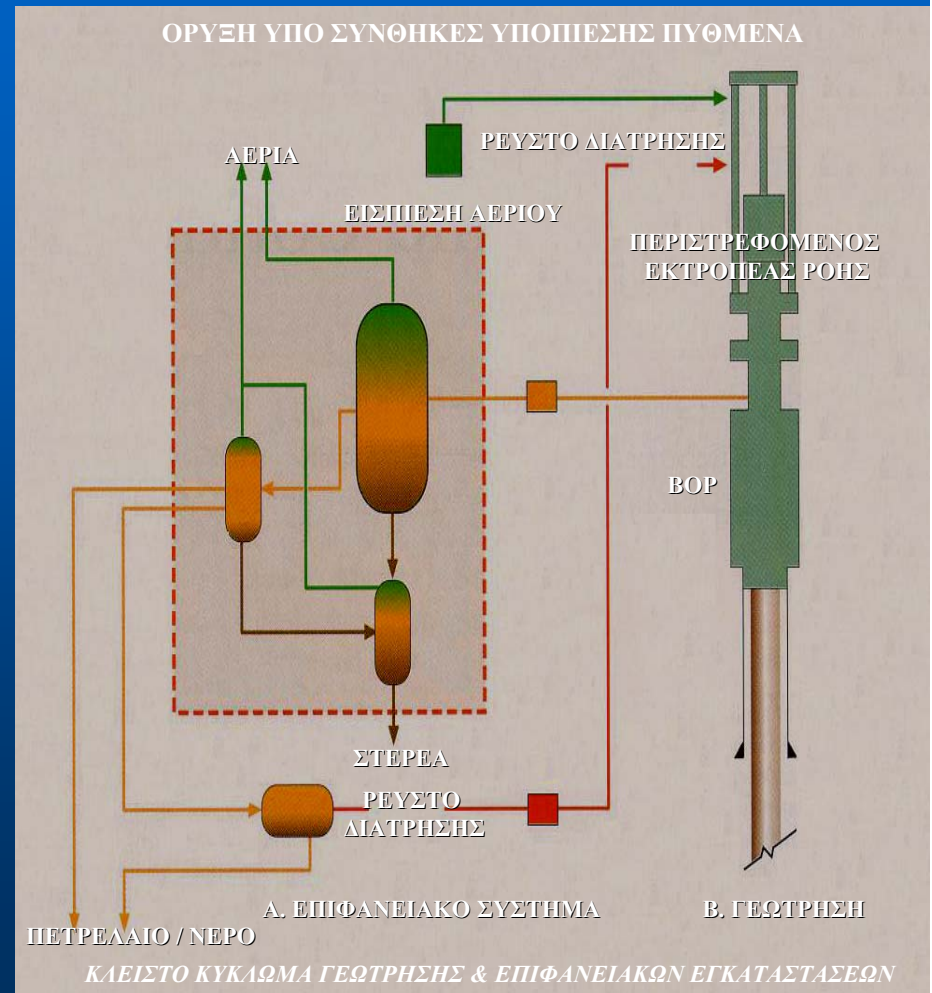
Η διατήρηση $P_{σχ} < P_{\rho}$ εγγυάται:

- αυξημένους ρυθμούς παραγωγής
- αυξημένους ρυθμούς διάτρησης
- αυξημένο χρόνο ζωής κοπτικών
- αυξημένη περιβαλλοντική συμβατότητα

ΟΡΥΞΗ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ
ΥΠΟΠΙΕΣΗΣ ΠΥΘΜΕΝΑ



ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ
ΟΡΥΞΗΣ



Τεχνική όρυξης υπό συνθήκες υποπίεσης πυθμένα - Underbalanced drilling

Εφαρμογές:

- Γεωλογικοί σχηματισμοί με σημαντικές απώλειες στα κυκλοφορούντα ρευστά διάτρησης
- Παραγωγικοί σχηματισμοί ευαίσθητοι ως προς τη σύνθεση των ρευστών διάτρησης ή με εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά φυσικής πίεσης ή με μικρή διαπερατότητα
- Γεωθερμικά πεδία

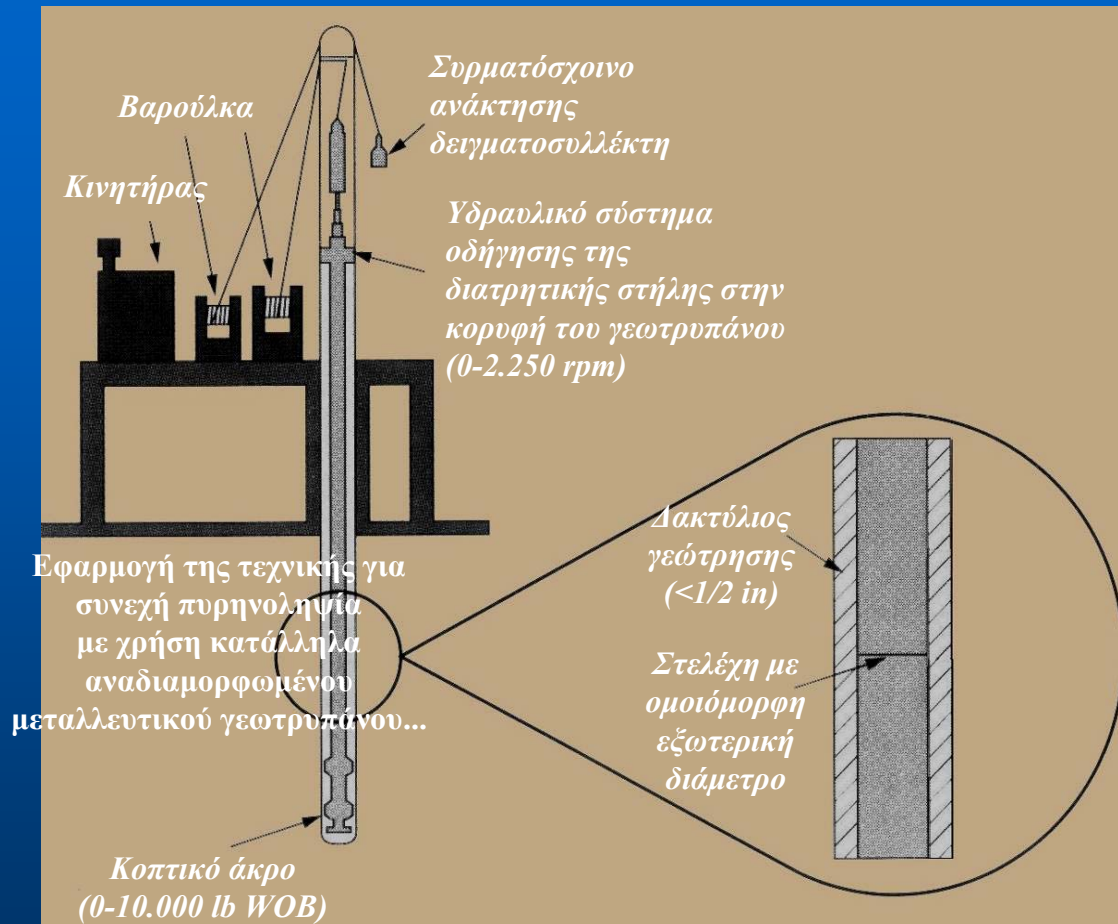
Πλεονεκτήματα και έναντι της συμβατικής

- Πρόωρη –ταυτόχρονα με τη διάτρηση- παραγωγική φάση
- Αυξημένη παραγωγικότητα
- Ελαχιστοποίηση των απωλειών των ρευστών διάτρησης
- Συνεχή αξιολόγηση και παρακολούθηση των συνθηκών κατά τη διάτρηση
- Μείωση του κόστους

...μειονεκτήματα τεχνικής όρυξης:

- Αυξημένο κόστος εφαρμογής λόγω ειδικού εξοπλισμού και μέτρων ασφαλείας
- Αυξημένη πιθανότητα εκρήξεων στον πυθμένα κατά τη χρήση αερίων ρευστών διάτρησης
- Σοβαρά προβλήματα ασφαλείας λόγω αυξημένων ρυθμών παραγωγής μεγάλου όγκου ρευστών υπό πίεση
- Πρόωρη εισροή νερού

Τεχνική όρυξης γεωτρήσεων μικρής διαμέτρου – Slim hole drilling



... αλλά και συμβατική περιστροφική όρυξη με χρήση πετρελαϊκού γεωτρύπανου ή/και χρήση ενδογεωτρητικών κινητήρων

D γεώτρησης $\leq 6\frac{1}{2}$ in

ή

D δακτυλίου γεώτρησης ≤ 1 in

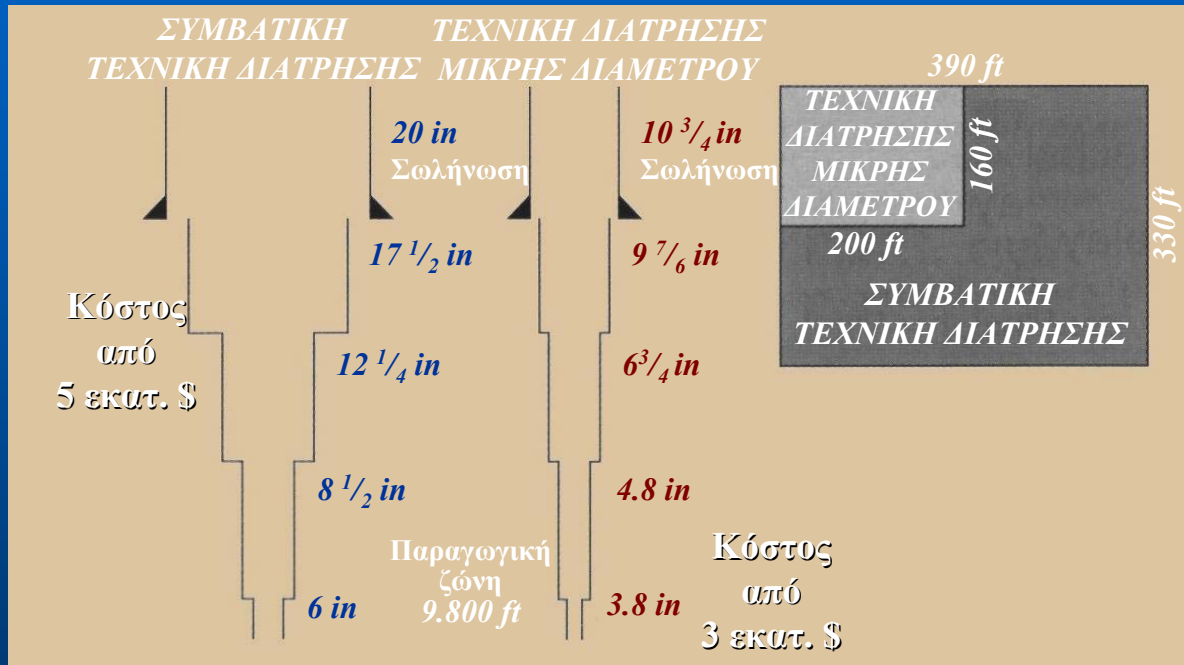
&

μεγάλη ταχύτητα περιστροφής

Εφαρμογές:

- Ερευνητικές γεωτρήσεις
- Παραγωγικές γεωτρήσεις σε κοιτάσματα με χαμηλό δυναμικό παραγωγής
- Επανείσοδος σε υπάρχουσα γεώτρηση
- Συνδυασμός με το σύστημα του περιελιγμένου σωλήνα

Τεχνική όρυξης γεωτρήσεων μικρής διαμέτρου – Slim hole drilling



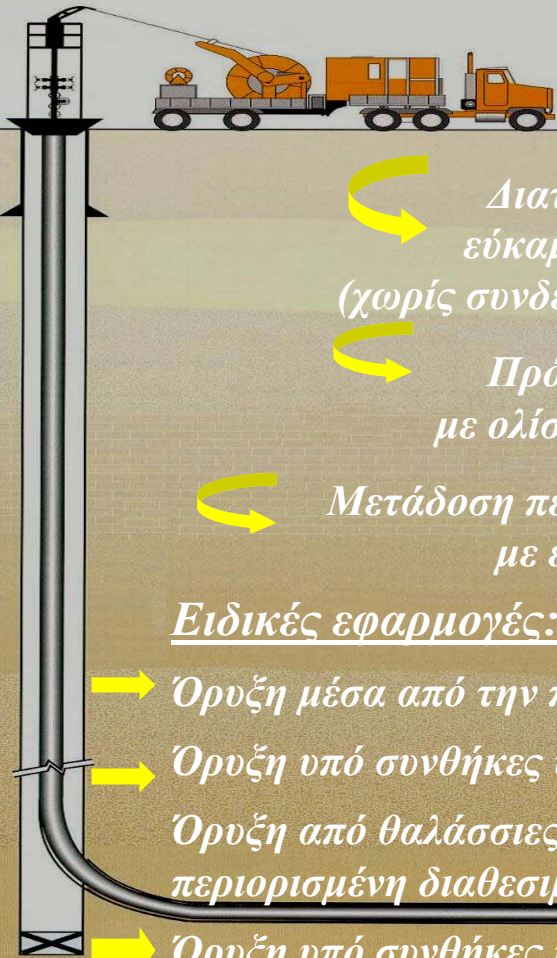
Η τεχνική παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι της συμβατικής όρυξης, όπως:

- 👉 σημαντική μείωση του κόστους
- 👉 μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- 👉 μεγάλη προσαρμοστικότητα

... αλλά και ορισμένα μειονεκτήματα, όπως:

- 👉 δυσχέρειες στον αξιόπιστο έλεγχο της όρυξης, λόγω:
 - ♦ ταχείας εξέλιξης φαινομένων αιφνίδιας εισροής αερίου ή απώλειας της κυκλοφορίας του ρευστού διάτρησης
 - ♦ αδυναμίας χρήσης τυποποιημένων διαδικασιών ελέγχου της όρυξης
- 👉 επικάλυψη αιωρούμενων στερεών στο εσωτερικό τοίχωμα της στήλης

Τεχνική όρυξης γεωτρήσεων με σύστημα περιελιγμένου σωλήνα – Coiled tubing drilling



Βασικά χαρακτηριστικά:

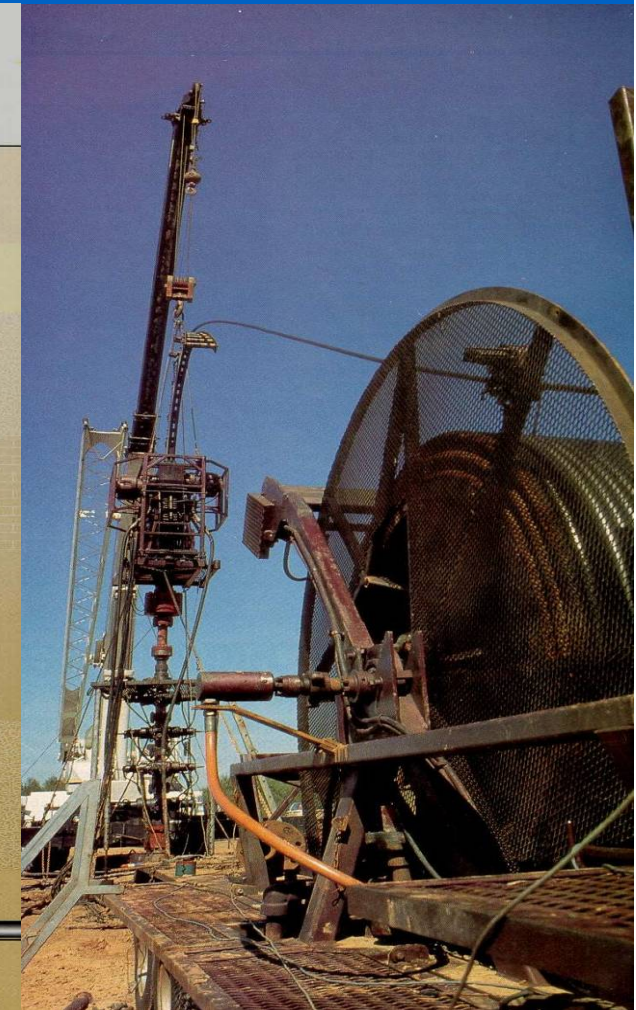
Διατρητική στήλη ≡ συνεχής, εύκαμπτος μεταλλικός σωλήνας (χωρίς συνδέσμους), περιελιγμένος σε καρούλι

Πρόωση διατρητικής στήλης με ολίσθηση και όχι με περιστροφή

Μετάδοση περιστροφικής κίνησης στο κοπτικό με ενδογεωτρητικό κινητήρα

Ειδικές εφαρμογές:

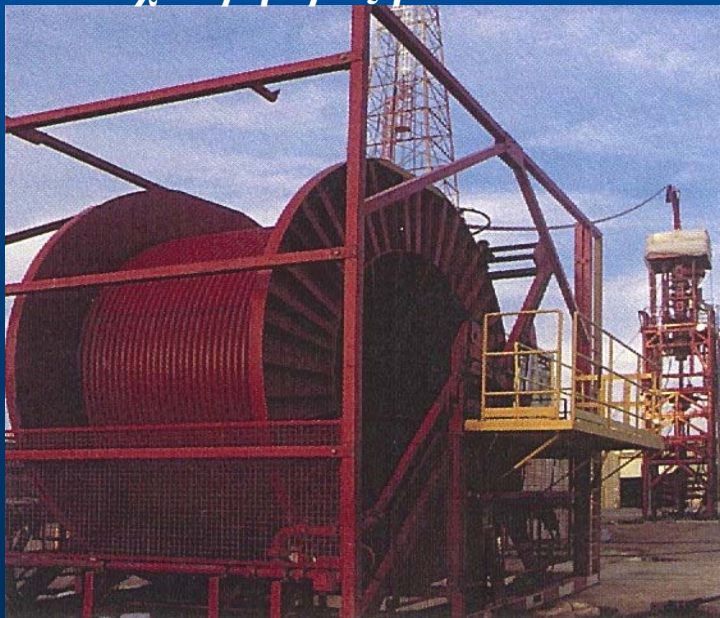
- Όρυξη μέσα από την παραγωγική σωλήνωση
- Όρυξη υπό συνθήκες υποπίεσης ποθμένα
- Όρυξη από θαλάσσιες εξέδρες ή αστικές περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα χώρου ή/και εξοπλισμού
- Όρυξη υπό συνθήκες υψηλής πίεσης & θερμοκρασίας



Τεχνική όρυξης γεωτρήσεων με σύστημα περιελιγμένου σωλήνα – Coiled tubing drilling

Πλεονεκτήματα και έναντι της συμβατικής

- *μείωση ορισμένων παραμέτρων κόστους*
- *αυξημένη ασφάλεια*
- *περιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων*
- *ευχερής εκτέλεση τηλεμετρίας & ενδοσκοπικών καταγραφών*
- *ταχύτερη όρυξη*



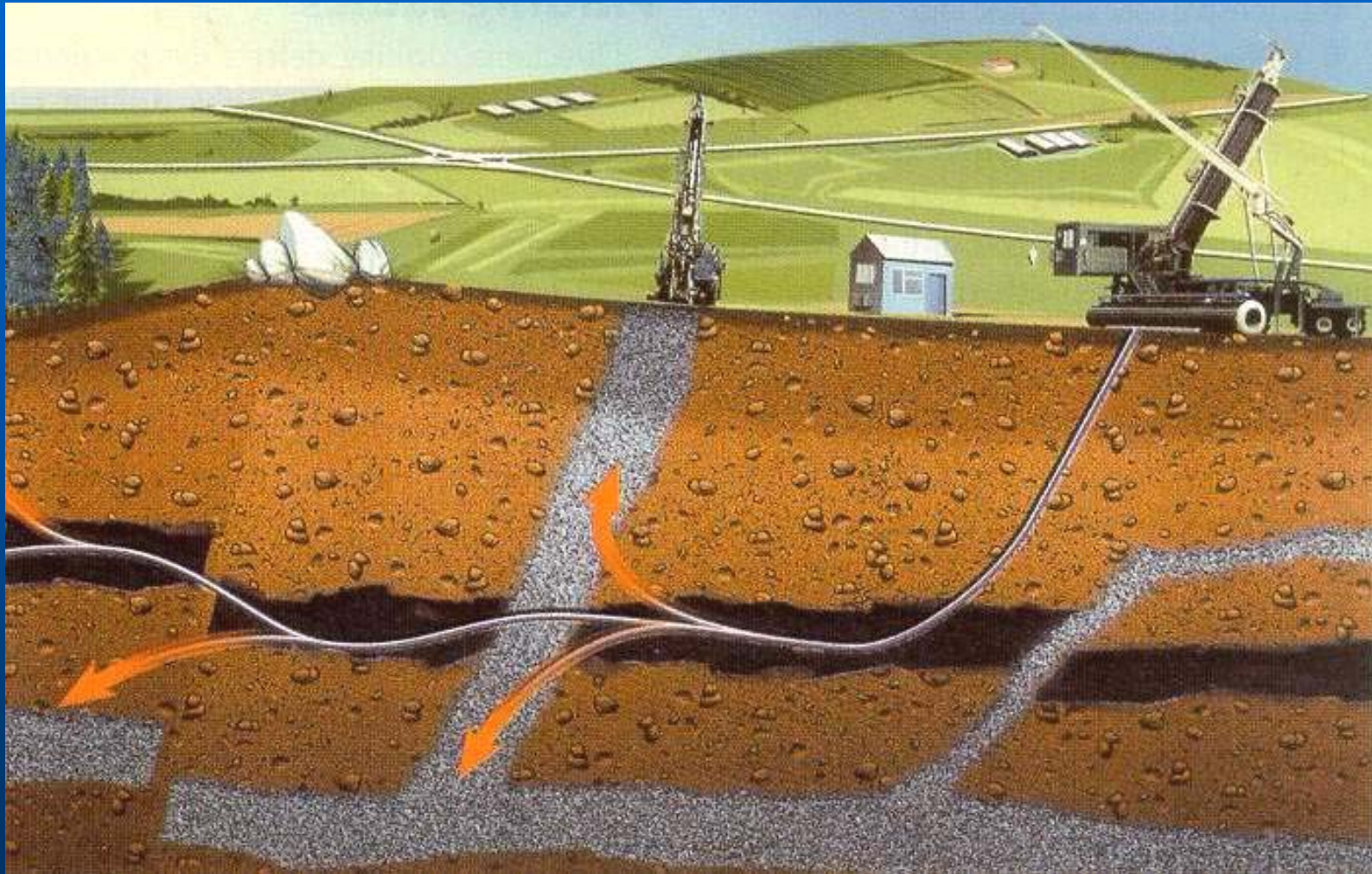
...μειονεκτήματα τεχνικής όρυξης:

- *εφαρμογή μόνο σε γεωτρήσεις μικρής διαμέτρου*
- *μικρή διάρκεια ζωής περιελιγμένου σωλήνα*
- *περιορισμένο μέγιστο βάθος όρυξης*
- *υψηλές τριβές*
- *βλάβες ενδογεωτρητικών κινητήρων*
- *χρήση ρευστών διάτρησης ειδικής σύστασης*

Συμπεράσματα

- Οι νέες τεχνολογίες στην όρυξη γεωτρήσεων λειτουργούν εναλλακτικά της συμβατικής διάτρησης, με στόχο:
 - τη μείωση του κόστους,
 - την αύξηση της παραγωγικότητας,
 - την επέκταση της διατρητικής ικανότητας, και
 - τη βελτίωση της περιβαλλοντικής συμβατότητας
- Εφαρμόζονται κυρίως στην όρυξη κατευθυνόμενων γεωτρήσεων κατά την έρευνα, ανάπτυξη και εκμετάλλευση κοιτασμάτων υδρογονανθράκων
- Λειτουργούν ως αυτόνομες μεθοδολογίες ή/και συνδυαστικά
- Δανείστηκαν τεχνικές από τη μεταλλευτική, μετεξελίχθηκαν σε ολοκληρωμένες και αυτόνομες μεθοδολογίες και σήμερα εφαρμόζονται ξανά στη μεταλλευτική

Κατευθυνόμενη διάτρηση & μεταλλευτική – Directional drilling in mining industry



Γενικές διατάξεις

Οι Γεωτρήσεις είναι μεταλλευτικές ή λατομικές εργασίες, που εντάσσονται και εκτελούνται:

- A) Στα προγράμματα για τον εντοπισμό, εκμετάλλευση και αξιοποίηση των ορυκτών υλών.
- B) Στις ειδικές μελέτες για τη γνώση της δομής του υπεδάφους, με σκοπό τη θεμελίωση κατασκευών του έργου.
- Γ) Σε κάθε εργασία, που γίνεται με στόχο την εξυπηρέτηση διάφορων αναγκών του έργου (εξασφάλιση υδάτινων πόρων, αποστραγγίσεις, βοηθητικός αερισμός κλπ.).

Για την κατασκευή των γεωτρυπάνων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι:

- A) Ο πύργος και τα μηχανικά μέσα έδρασης, εφόσον δεν έχουν σχεδιαστεί από τον κατασκευαστή, πρέπει να κατασκευάζονται με βάση μελέτη, που υπογράφεται από τον αρμόδιο, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, Διπλωματούχο Μηχανικό.
- B) Η μηχανική αντοχή του πύργου, πρέπει να υπολογίζεται κατά 30% το λιγότερο μεγαλύτερη από εκείνη που αντιστοιχεί στη δυναμικότητα του γεωτρυπάνου, ενώ η αντοχή της έδρασης με τρόπο ώστε να μπορεί να δεχτεί όλες τις καταπονήσεις από τη λειτουργία του συστήματος.

Μεταφορά γεωτρυπάνου & γεωτρητικού εξοπλισμού-τοποθέτηση μηχανικού εξοπλισμού και διάταξη συστήματος

Για τη μεταφορά του γεωτρυπάνου και του γεωτρητικού εξοπλισμού, την τοποθέτηση του μηχανικού εξοπλισμού και τη διάταξη του συστήματος ισχύουν τα ακόλουθα:

1. Για την ασφαλή μεταφορά του γεωτρυπάνου στη θέση της γεώτρησης, πρέπει να διαμορφώνεται, όπου δεν υπάρχει, ο κατάλληλος για κάθε περίπτωση δρόμος ή διάδρομος.
2. Αν η μεταφορά του γεωτρυπάνου γίνεται με έλξη από ελκυστήρα ή όχημα, δεν πρέπει οι εργαζόμενοι να βρίσκονται σε χαμηλότερο επίπεδο από το γεωτρύπανο και το μέσο έλξης, ούτε και μεταξύ ελκτικού μέσου και γεωτρυπάνου. Οι εργαζόμενοι πρέπει να βρίσκονται σε αρκετή απόσταση από το γεωτρύπανο, ώστε να μην κινδυνεύουν από τυχόν ανατροπή του ή εκτίναξη του συρματόσχοινου πρόσδεσης.

3. Αν η μεταφορά γίνεται πάνω σε όχημα, το γεωτρύπανο πρέπει να είναι καλά δεμένο με συρματοσχοινο και εξασφαλισμένο με σφήνες, με τρόπο ώστε να μην κινδυνεύει η ισορροπία του συστήματος.
4. Στη διάρκεια της μεταφοράς, ο πύργος, εφόσον είναι πρόσθετος, πρέπει να έχει αποσυναρμολογηθεί, ενώ αν είναι ενσωματωμένος, να μη βρίσκεται σε θέση λειτουργίας και να είναι καλά πακτωμένος.
5. Όλα τα υλικά του εξοπλισμού, στη διάρκεια της μεταφοράς τους, πρέπει να προσδένονται κατάλληλα, ώστε να αποφεύγονται οι μετατοπίσεις και η φθορά τους.
6. Στη διάρκεια φόρτωσης και εκφόρτωσης, πρέπει να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή φθοράς και ατυχημάτων

7. Η επιλογή της θέσης εργασίας του συστήματος γίνεται με βάση το κριτήριο της ασφαλούς και ορθολογικής λειτουργίας.
8. Πριν από την τοποθέτηση του μηχανικού εξοπλισμού σε κάθε επιφανειακή θέση γεώτρησης, πρέπει να γίνεται η αναγκαία διαμόρφωση του χώρου εργασίας με αποψίλωση, ισοπέδωση και οριζοντίωση. Στη συνέχεια και όπου χρειάζεται, πρέπει να γίνεται η κατασκευή κατάλληλης βάσης για έδραση, καθώς και η διάνοιξη των απαραίτητων λάκκων νερού ή λάσπης.
9. Η διάταξη των μηχανημάτων, υλικών, εργαλείων, κτισμάτων και λάκκων στο χώρο εργασίας, πρέπει να γίνεται με βάση το κριτήριο της παραγράφου 7. Ειδικότερα, η διάταξη πρέπει να εξασφαλίζει την ελεύθερη πρόσβαση σε κάθε μηχανήμα από όλες τις πλευρές, την ευχέρεια εργασίας και διακίνησης προσωπικού και υλικών και την τήρηση αποστάσεων ασφαλείας μεταξύ των διαφόρων μηχανημάτων.

10. Η αποθήκευση καυσίμων και λιπαντικών πρέπει να γίνεται σε ακτίνα το λιγότερο 20m από τα σημεία, όπου μπορεί να προκληθούν σπινθήρες, καθώς και τα καταλύματα εξυπηρέτησης του προσωπικού. Ο χώρος της αποθήκευσης πρέπει να είναι κατάλληλα διαμορφωμένος και αποψιλωμένος σε ακτίνα το λιγότερο 10m.
11. Η θέση έδρασης του πύργου πρέπει να επιλέγεται, ώστε να βρίσκεται μακριά από ηλεκτρικούς αγωγούς και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και με τρόπο που κάθε σημείο του να βρίσκεται σε απόσταση το λιγότερο 25m από το κατακόρυφο επίπεδο των αγωγών.
12. Ο πύργος πρέπει να εδράζεται σταθερά πάνω στο γεωτρύπανο, ενώ το τμήμα του που ακουμπάει πάνω στο έδαφος, πρέπει να θεμελιώνεται επαρκώς, ώστε σε κάθε περίπτωση να εξασφαλίζεται η διάτρηση ακόμα και κάτω από τις δυσμενέστερες καιρικές και λειτουργικές συνθήκες.

13. Πύργοι που έχουν ύψος μεγαλύτερο από 15m πρέπει να προστατεύονται από τους κεραυνούς με ειδικά μέσα.
14. Πριν από την έναρξη λειτουργίας, ο μηχανικός εξοπλισμός πρέπει να οριζοντιώνεται (αλφάδιασμα) και να σταθεροποιείται κατάλληλα στις θέσεις τοποθέτησης που έχουν επιλεχθεί.
15. Η ανύψωση του ιστού (πύργος, γάβρια) πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή και με όλα τα απαραίτητα μέσα για την αποφυγή πτώσης του ή και ανατροπής του γεωτρυπάνου. Ο ιστός πρέπει να ασφαρίζεται στην τελική θέση λειτουργίας.
16. Τα όργανα, οι συσκευές και τα υλικά που τοποθετούνται στον πύργο πρέπει να στερεώνονται με ασφάλεια, ώστε να αποφεύγονται γενικά η πτώση τους, καθώς και τυχόν ατυχήματα στο προσωπικό.

17. Οι λάκκοι λάσπης και νερού πρέπει να περιφράσσονται με μόνιμη και ασφαλή κατασκευή και να τοποθετούνται προειδοποιητικές πινακίδες.

Λειτουργία συστήματος

Για τη λειτουργία του γεωτρυπάνου ισχύουν τα ακόλουθα:

1. Πριν από την έναρξη κάθε φάσης λειτουργίας, πρέπει να γίνεται απομάκρυνση όσων δεν έχουν σχετική εργασία, καθώς και των εργαλείων και των υλικών, που δεν είναι απαραίτητα.
2. Απαγορεύεται η παρουσία ατόμων κάτω από τον πύργο, εφόσον γίνονται πάνω σε αυτόν διάφορες εργασίες.
3. Απαγορεύεται η πρόσθετη φόρτιση του πύργου με εξαρτήματα ή συσκευές πάνω από τα όρια αντοχής, που δίνει ο κατασκευαστής.

4. Οι εργασίες κοχλίωσης, αποκοχλίωσης, χρήσης αντίβαρου και εξαγωγής δείγματος, πρέπει να γίνονται με ιδιαίτερη προσοχή και με τα κατάλληλα μέσα, ώστε να αποφεύγονται ανεξέλεγκτες αποσυνδέσεις και πτώσεις, καθώς και θραύσεις και εκτινάξεις υλικών.
5. Πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη φροντίδα για τη χρήση ή αντικατάσταση ή επισκευή στον κατάλληλο χρόνο των κοπτικών, των στελεχών, των σωλήνων, καθώς και τη ρύθμιση της σύνθεσης της λάσπης, ώστε να συντελείται η επιθυμητή διάτρηση και να αποφεύγονται, στο μέτρο του δυνατού, οι φθορές και απώλειες υλικών, καθώς και τα φρακαρίσματα.
6. Σε κάθε γεώτρηση, πρέπει να εξασφαλίζεται η σταθεροποίηση των διαστάσεων της τρύπας. Για μη συμπαγή και σταθερά πετρώματα, τα πρώτα μέτρα πρέπει να σωληνώνονται. Το μήκος της αρχικής σωλήνωσης (περιφραγματική σωλήνωση) πρέπει να επιλέγεται ανάλογα με τη διάμετρο και το τελικό βάθος της τρύπας, την αντοχή των πετρωμάτων, το είδος της διάτρησης κλπ.

7. Στο χώρο εργασίας πρέπει να υπάρχουν τα κατάλληλα εργαλεία και μέσα για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αλίευσης ή φρακαρίσματος της διατρητικής στήλης.
8. Υλικά και εργαλεία, που έχουν υποστεί φθορά ή αλλοίωση και έχουν κριθεί από τον επιβλέποντα ακατάλληλα για χρήση ή έχουν καταστραφεί, πρέπει να ξεχωρίζονται από τα κατάλληλα για χρήση και να γίνεται σε εύλογο χρονικό διάστημα αντικατάστασή τους, ώστε να εξυπηρετείται η ασφαλής και ορθολογική λειτουργία του συστήματος.
9. Σε περίπτωση που υπάρχει εκτίμηση ότι από τη γεώτρηση θα δημιουργηθεί έκλυση επικίνδυνων αερίων ή θερμού νερού ή ατμού ή νερού με πίεση, πρέπει να προβλέπονται ειδικά μέτρα προστασίας στην τεχνική μελέτη. Αν όμως προκύψει έκλυση που δεν έχει προβλεφθεί, τότε ειδοποιείται άμεσα ο επιβλέπων και σε συνεργασία με τον εργοδηγό του έργου λαμβάνουν άμεσα μέτρα προστασίας.

Οποσδήποτε όμως πρέπει να διακόπτεται κάθε είδους εργασία, να απομακρύνεται το προσωπικό, να περιφράσσεται ο χώρος εργασίας στην απαραίτητη ακτίνα ασφαλείας και να τοποθετούνται προειδοποιητικές πινακίδες. Επανάληψη της εργασίας μπορεί να γίνει αφού πρώτα έχουν ληφθεί όλα τα ειδικά μέτρα προστασίας για την ασφαλή εργασία και παρεμπόδιση ή ακίνδυνη διοχέτευση της έκλυσης στην αναγκαία απόσταση.

10. Οι μεταλλικοί ή ελαστικοί σωλήνες υψηλής πίεσης για την κυκλοφορία αέρα, λάσπης και νερού, καθώς και οι τροχαλίες, τα άγγιστρα και τα συρματόσχοινα πρέπει να επιθεωρούνται καθημερινά για τη διαπίστωση της καλής τους κατάστασης. Απαγορεύεται κάθε επέμβαση σε αυτά (εκτός από την αναγκαία μετακίνηση των παραπάνω σωλήνων) στη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος. Η επέμβαση για την αποκατάσταση της κανονικής τύλιξης του συρματόσχοινου πάνω στο τύμπανο, μπορεί να γίνεται αφού έχει σταματήσει η λειτουργία του συστήματος και μόνο από ασφαλή απόσταση. Επίσης, πρέπει να γίνεται αντικατάσταση των συρματόσχοινων, όταν έχει σπάσει το 10% των συρματιδίων τους σε μήκος ενός βήματος.

11. Μετά το τέλος της καθημερινής εργασίας πρέπει να σφραγίζεται προσωρινά η τρύπα της γεώτρησης, ενώ μετά το τέλος της γεώτρησης πρέπει να γίνεται μόνιμη σφράγιση ή εξασφάλιση.

Καθήκοντα γεωτρυπανιστή

Σχετικά με τα καθήκοντα του γεωτρυπανιστή ισχύουν τα ακόλουθα:

1. Σε κάθε γεώτρηση επικεφαλής της ομάδας διάτρησης ορίζεται αδειούχος γεωτρυπανιστής, που έχει τα παρακάτω ειδικά καθήκοντα:
 - A) Συγκέντρωση, φόρτωση και μεταφορά του επιλεγμένου εξοπλισμού.
 - B) Τοποθέτηση του μηχανικού εξοπλισμού.
 - Γ) Έλεγχο της καλής κατάστασης και λειτουργίας του μηχανικού εξοπλισμού.
 - Δ) Χειρισμό του γεωτρυπάνου και επιμέλεια για τις βοηθητικές εργασίες.
 - E) Φροντίδα για τη συντήρηση ή επισκευή του εξοπλισμού.
 - ΣΤ) Φροντίδα για έγκαιρο εφοδιασμό του συστήματος με υλικά, εργαλεία και πρόσθετο εξοπλισμό.

Ζ) Αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού μετά το τέλος της γεώτρησης.

Η) Σφράγιση του στομίου της γεώτρησης και εκτέλεση εργασιών προστασίας του περιβάλλοντος και αποκατάστασης των επιπτώσεων.

2. Ο γεωτρουπανιστής πρέπει να βοηθιέται στην εργασία του από ένα το λιγότερο βοηθό και να παραμένει στο χειριστήριο του γεωτρουπάνου όλο το χρονικό διάστημα, που το σύστημα βρίσκεται σε λειτουργία. Απαγορεύεται ο χειρισμός του γεωτρουπάνου και βαρούλκου από άλλο εργαζόμενο, εκτός κι αν γίνεται για εκπαιδευτικούς λόγους και μόνο με την άμεση καθοδήγηση του γεωτρουπανιστή.

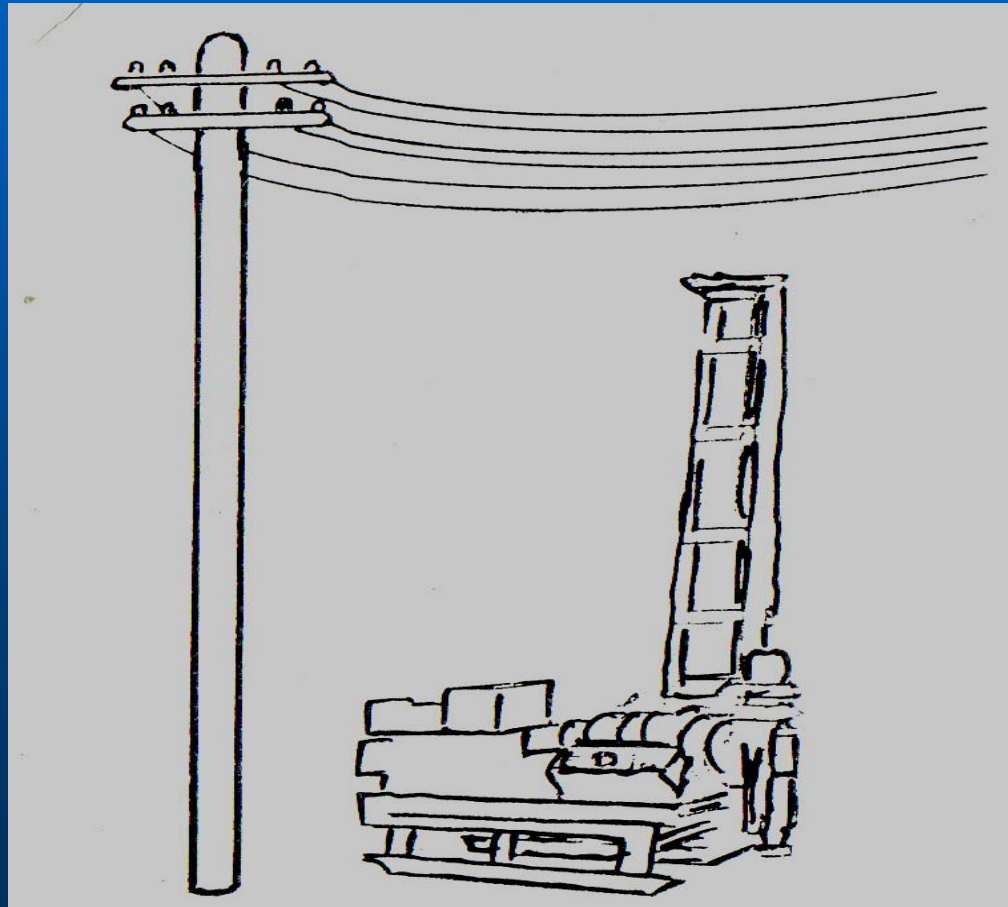
Μετακίνηση και εγκατάσταση γεωτρυπάνου

Για τη μετακίνηση και εγκατάσταση του γεωτρυπάνου τονίζονται οι ακόλουθες οδηγίες:

1. Ελέγξτε προσεκτικά τα συρματόσχοινα και τα παλαμάρια, που θα χρησιμοποιήσετε στη μετακίνηση, ώστε να μην είναι φθαρμένα.



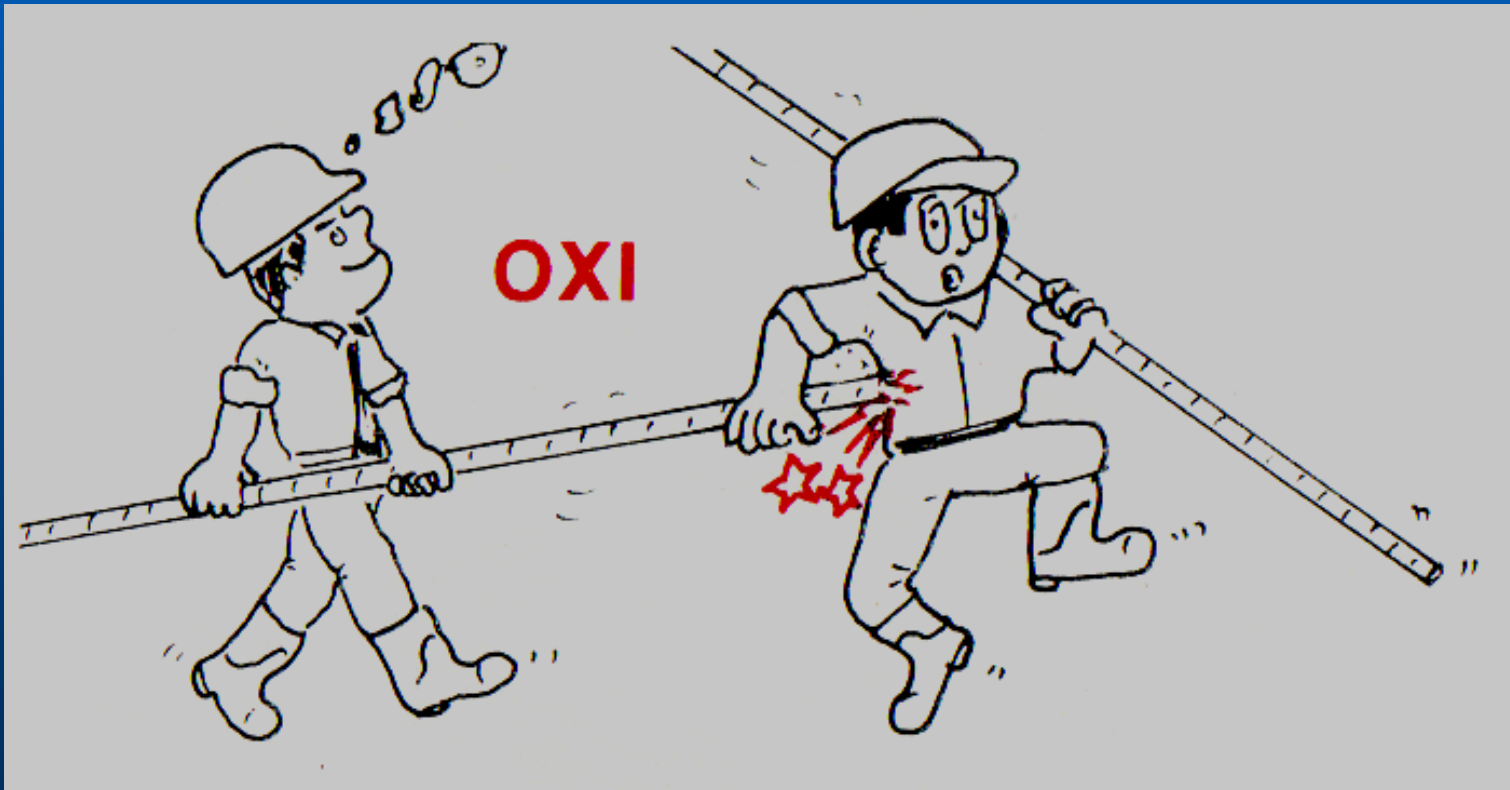
2. Όταν σηκώνετε τη γάβρια μην κάνετε απότομα βίρα, αλλά σιγά σιγά ελέγχοντας τις κινήσεις της γάβριας.
3. Η γάβρια πρέπει να βρίσκεται μακριά από ηλεκτρικούς αγωγούς και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και να είναι σε απόσταση το λιγότερο 25 μέτρα από το κατακόρυφο επίπεδο του αγωγού.



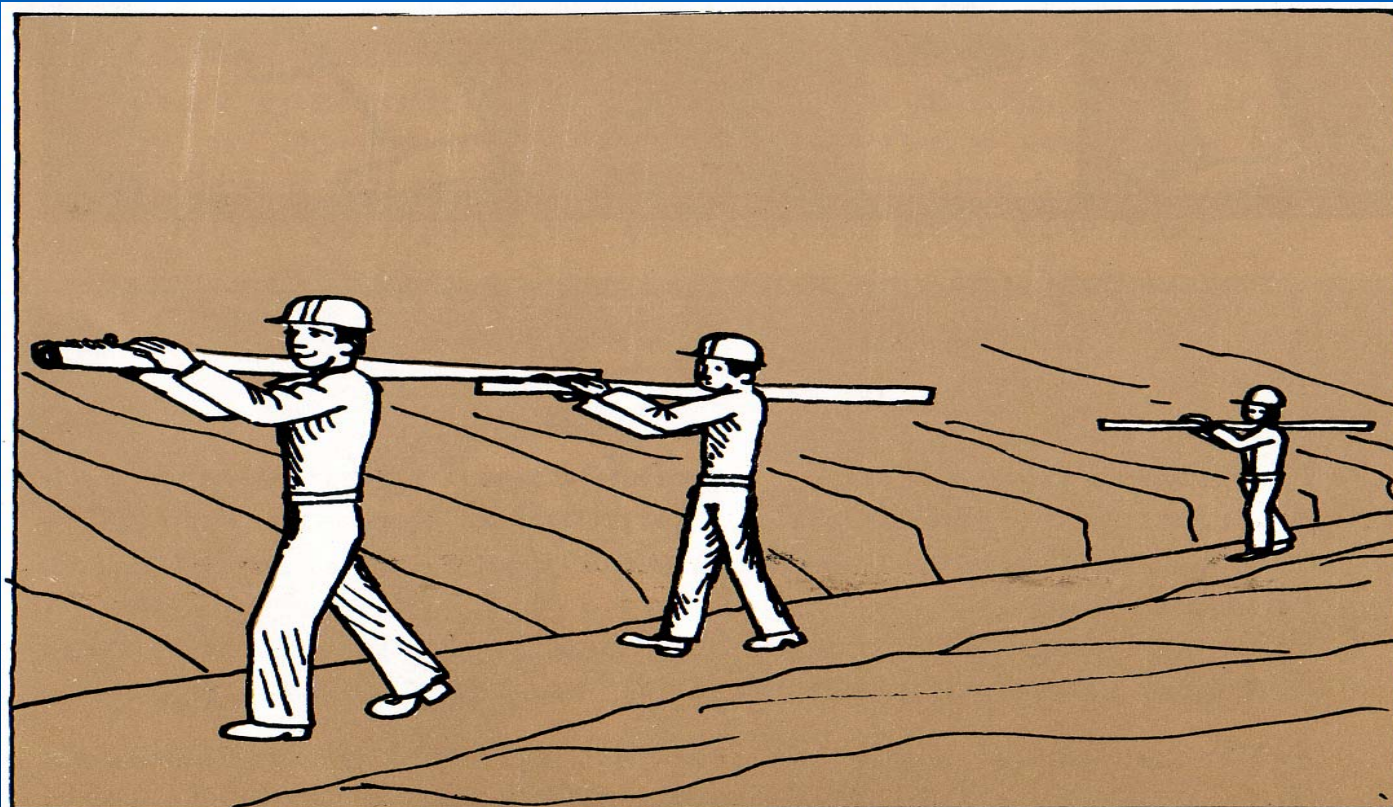
Μεταφορά εξοπλισμού γεωτρυπάνου

Για τη μεταφορά εξοπλισμού του γεωτρυπάνου τονίζονται οι ακόλουθες οδηγίες:

1. Τις σωλήνες τις μεταφέρουμε στον ώμο και όχι σαν δόρυ. Φροντίστε το εμπρός τους άκρο να είναι ψηλά.



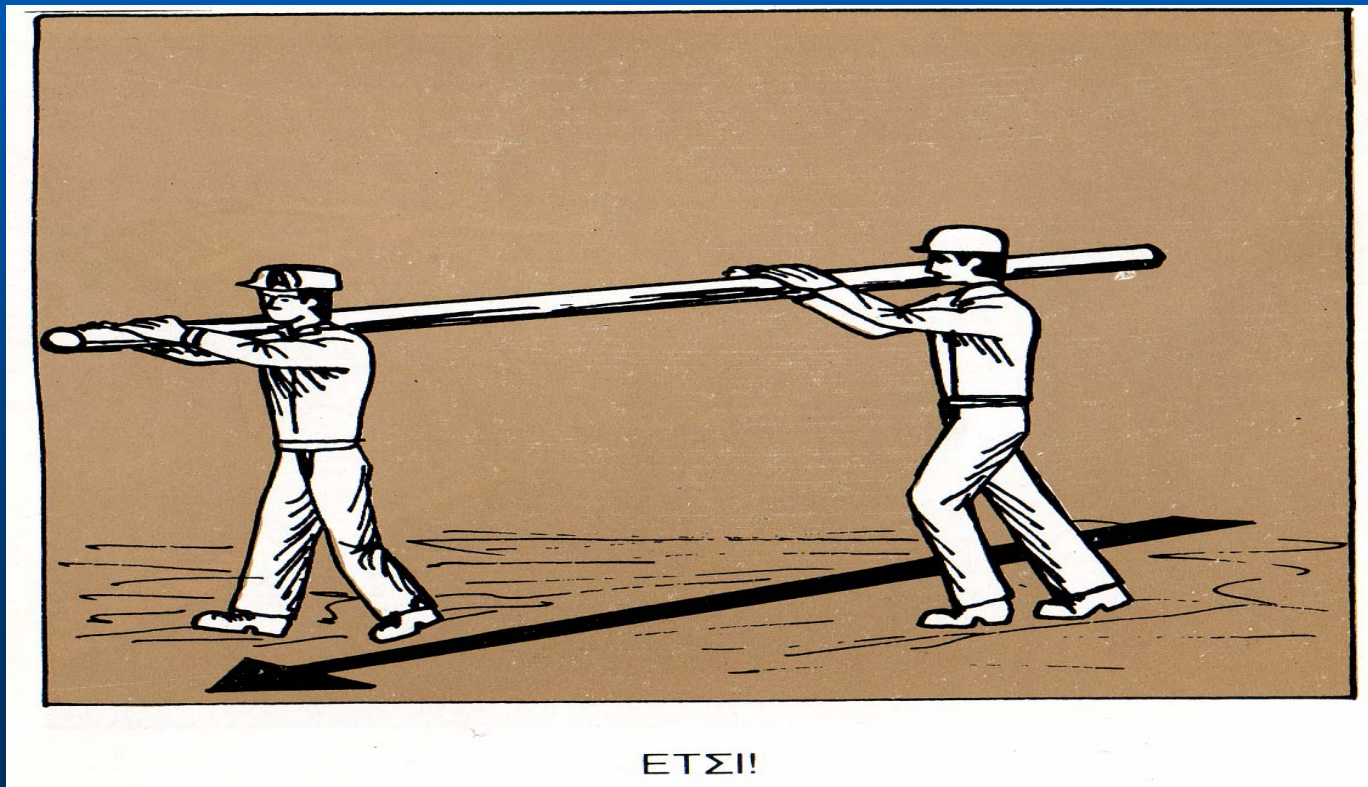
2. Κρατάτε μεταξύ σας κατάλληλες αποστάσεις για να μη χτυπά ο ένας από τα υλικά, που μεταφέρει ο άλλος. Κατά τη μεταφορά των υλικών περπατάτε με σταθερά βήματα. Το βάρος το σηκώνουν οι μυς των ποδιών και όχι της μέσης. Δεν πρέπει να μεταφέρετε υλικά, που δε σας επιτρέπουν να βλέπετε που πατάτε.



ΝΑΙ!

ΟΧΙ ΤΟΣΟ ΚΟΝΤΑ

3. Η μεταφορά σωλήνων μεγάλης διαμέτρου και μήκους 6 μέτρων γίνεται ανά δυο άτομα και με προσοχή, όταν το έδαφος είναι ανώμαλο. Όταν δυο άτομα σηκώνουν ένα βάρος, θα πρέπει να συντονίζουν τις ενέργειές τους και να ειδοποιούν ο ένας τον άλλο αν χρειαστεί απρόοπτα να αφήσουν το βάρος. Αν περπατάνε με το ίδιο βήμα διευκολύνεται η μεταφορά.



4. Τα στελέχη και οι σωλήνες να τοποθετούνται με τάξη πάνω στα καβαλέτα. Τα καβαλέτα πρέπει να πατάνε σταθερά πάνω στο έδαφος, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να ανατραπούν και να σας τραυματίσουν.



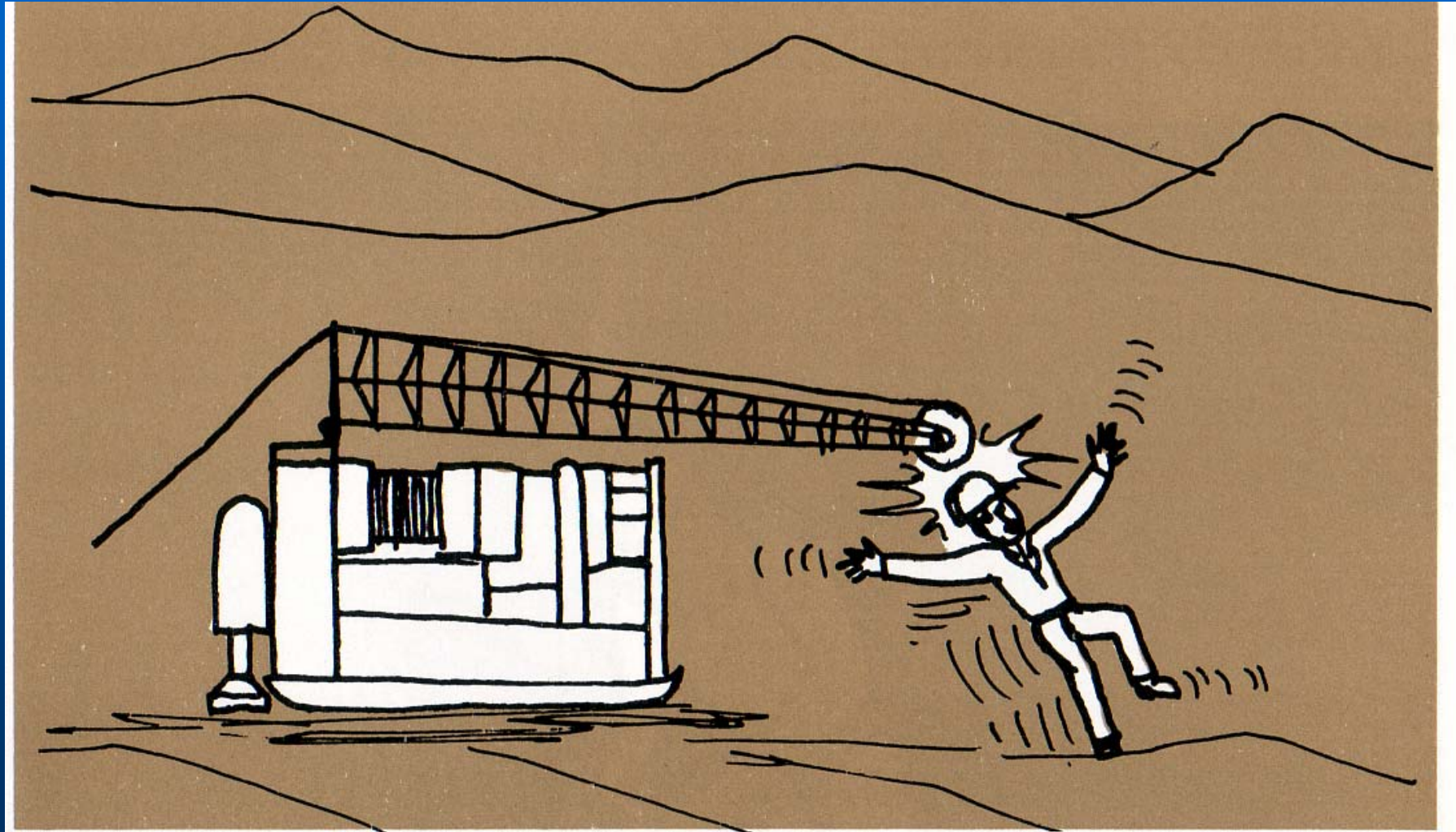
Έλεγχος μηχανημάτων

Για τον έλεγχο των μηχανημάτων τονίζονται οι ακόλουθες οδηγίες:

1. Ποτέ δεν κάνουμε καθαρισμό ή συντήρηση ενός μηχανήματος όταν δουλεύει ο κινητήρας του.
2. Έλεγχος του κινητήρα-λίπανση, γρασσάρισμα.
3. Έλεγχος του τσοκ-συστήματος προώθησης της διατρητικής στήλης.
4. Έλεγχος των ιμάντων, τροχαλιών, οδοντωτών τροχών μετάδοσης της κίνησης.
5. Έλεγχος στερεότητας των προφυλακτών των κινούμενων μερών.
6. Έλεγχος του συστήματος στηρίξεως ταμπούρου και βαρούλκου.

7. Έλεγχος του συστήματος προσδέσεως του συρματοσχοινου με το ταμπούρλο και τον κοτσαδόρο.
8. Έλεγχος του συρματοσχοινου.
9. Έλεγχος καλής λειτουργίας του φρένου.
10. Ελέγξτε αν η γάβρια βρίσκεται σε καλή κατάσταση. Προσέξτε να μην έχει στραβώσει και οι σιδερογωνιές να μην έχουν σπασίματα.
11. Ο άξονας της τροχαλίας και ο πείρος συγκρατήσεως να βρίσκονται στη θέση τους.

12. Ελέγξτε καλά αν οι πείροι συγκρατήσεως της γάβριας με το γεωτρύπανο είναι εντάξει.



Προετοιμασία διατρήσεως

Για την προετοιμασία της διατρήσεως τονίζονται οι ακόλουθες οδηγίες:

1. Προτού αρχίσει η διάτρηση πρέπει να γίνει από το χειριστή ένας γενικός έλεγχος των εργαλείων, των υλικών και του γεωτρυπάνου. Τα σφυριά, βαριές, σωληνοκάβουρες, συρματοσχοίνα, σφιγκτήρες κτλ. πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση, ιδιαίτερα οι χειρολαβές των εργαλείων και οι σιαγόνες από τους σωληνοκάβουρες.

2. Τα εργαλεία (καβούρια, μέγγενη, αυτόματος ποδιού, σφυρί) πρέπει να είναι σε άριστη κατάσταση και βαλμένα με τάξη.

ΝΑ ΤΙ ΚΑΝΕΙ Η ΑΚΑΤΑΣΤΑΣΙΑ!

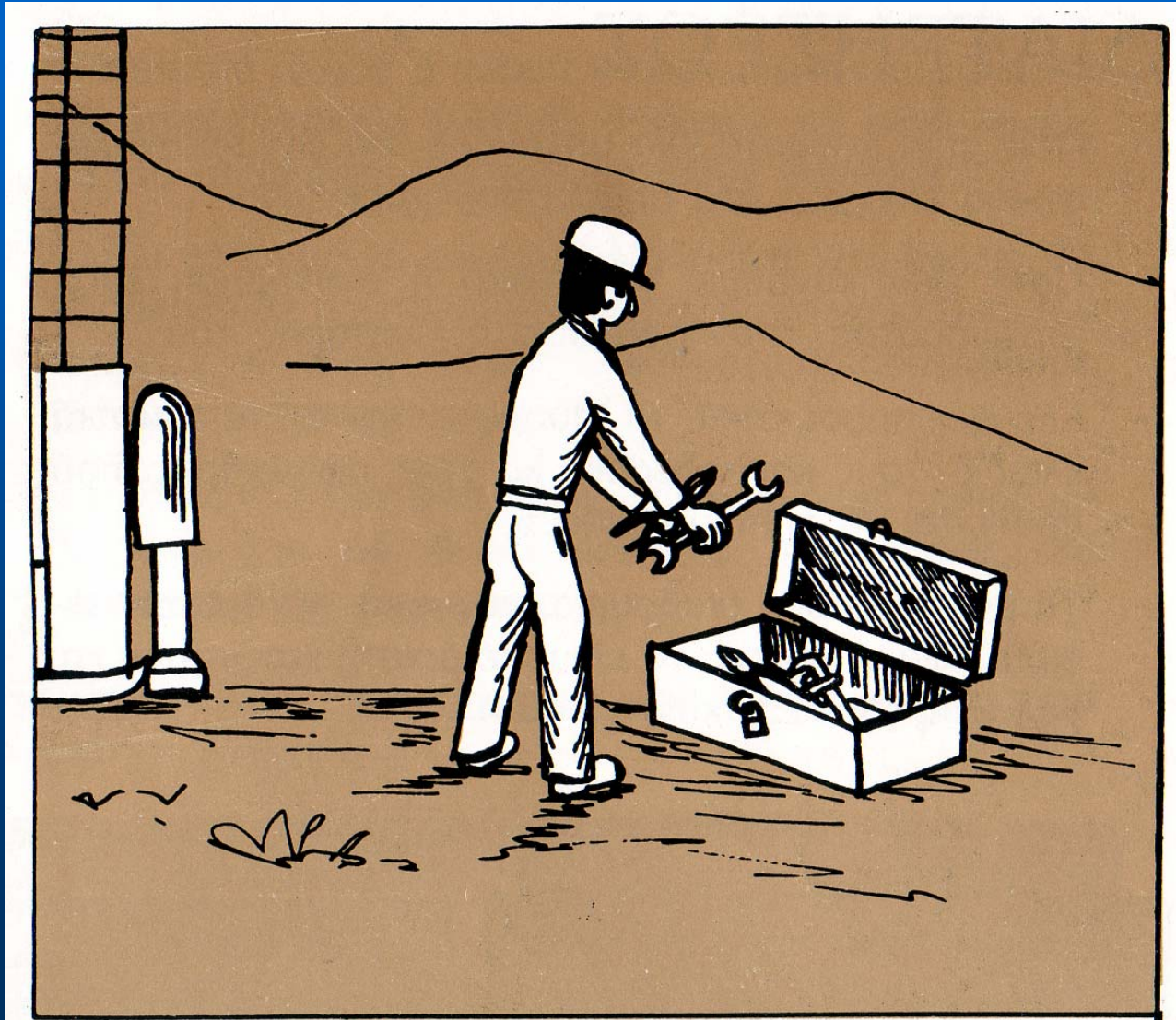


ΚΑΡΦΩΘΗΚΕΣ



ΓΛΙΣΤΡΗΣΕΣ

3. Μην αφήνεις πεταμένα εργαλεία και υλικά γύρω από το γεωτρήπανο. Μια νοικοκυρεμένη θέση εργασίας προστατεύει και σένα και όσους εργάζονται μαζί σου.

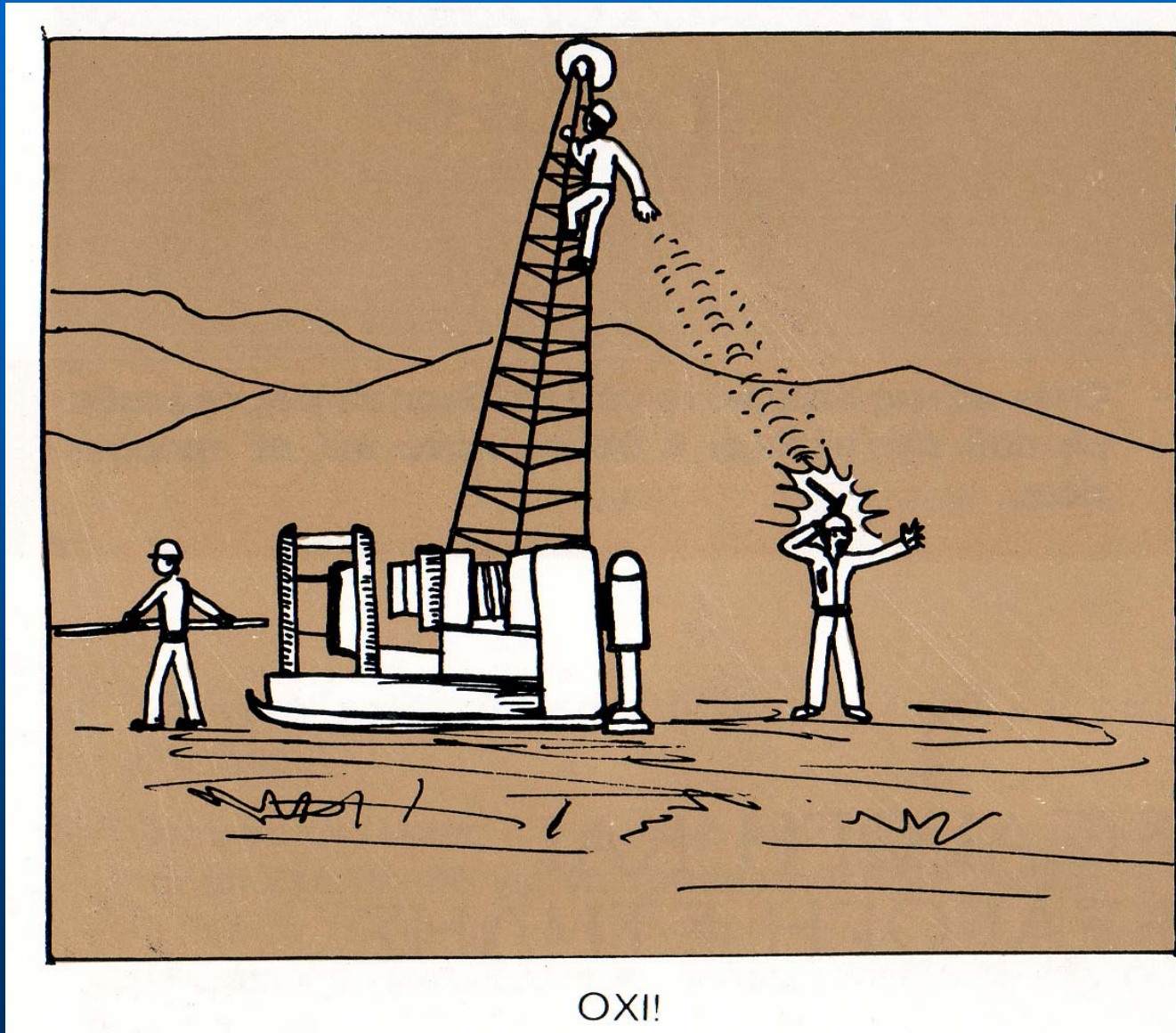


Διάτρηση

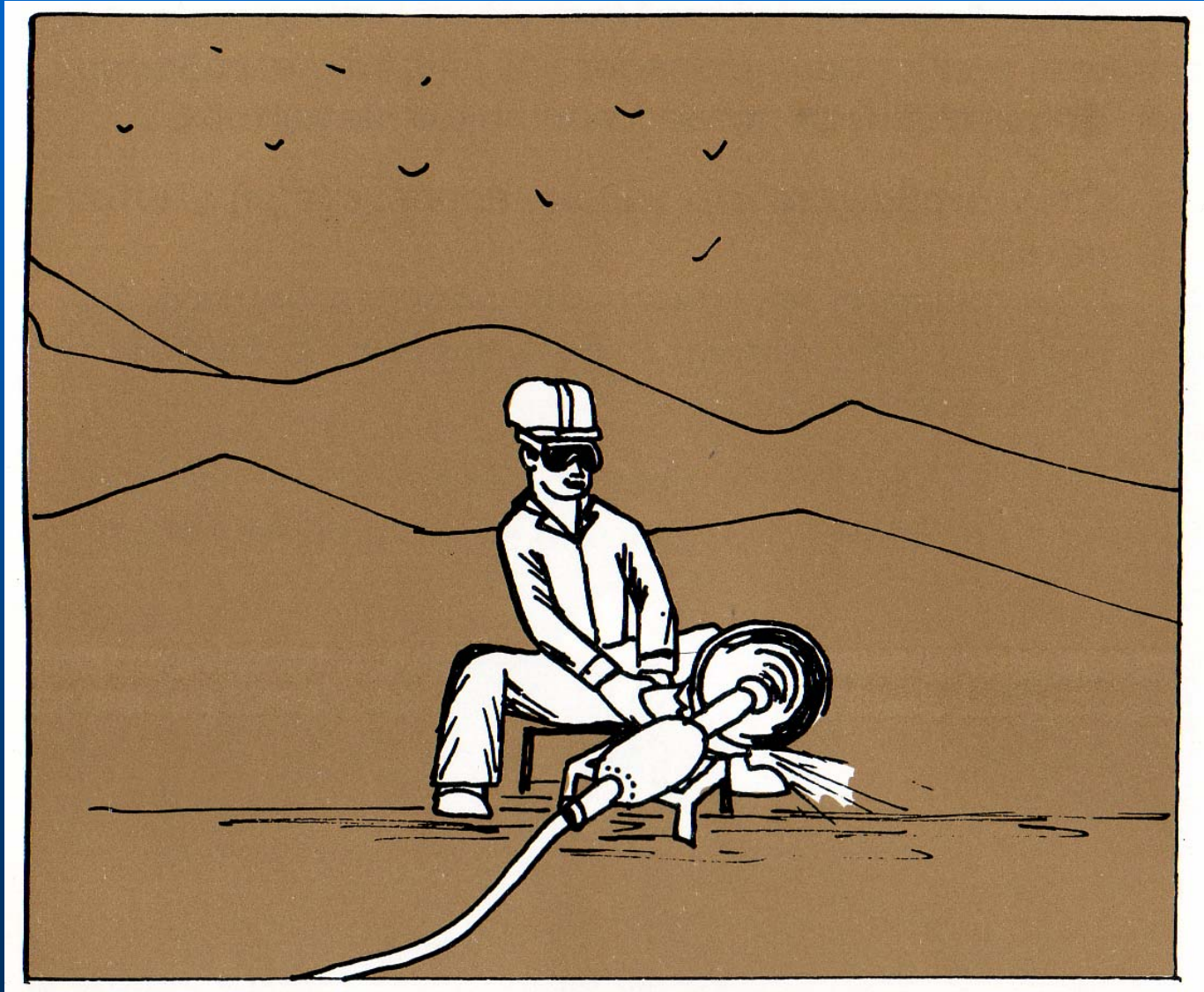
Για την διαδικασία της διατρήσεως τονίζονται οι ακόλουθες οδηγίες:

1. Έλεγξε τις συνδέσεις του δικτύου αέρα ή νερού, που βρίσκονται κοντά στο γεωτρύπανο.
2. Όταν ξεφυσάς τα στελέχη για να καθαρίσουν, ειδοποίησε τον βοηθό σου να προσέχει μη τον τραυματίσουν τα χώματα ή οι πέτρες, που τυχόν πεταχτούν.
3. Όταν ανεβαίνετε στη γάβρια προσέχετε μη γλιστρήσετε. Εάν χρειαστεί να κάνετε οποιαδήποτε δουλειά ανεβασμένοι στη γάβρια, πρέπει να δένεστε αμέσως με ζώνη ασφαλείας.
4. Όταν κάνεις καθαρισμό με ελεύθερη στήλη, πρόσεξε μη την παρασύρει ο αέρας προς το μέρος σου και σε τραυματίσει.
5. Όταν κάνεις προχώρηση έλεγχε τον τροφοδότη και το ναυτικό κλειδί μήπως λυθούν και προκληθεί ατύχημα.

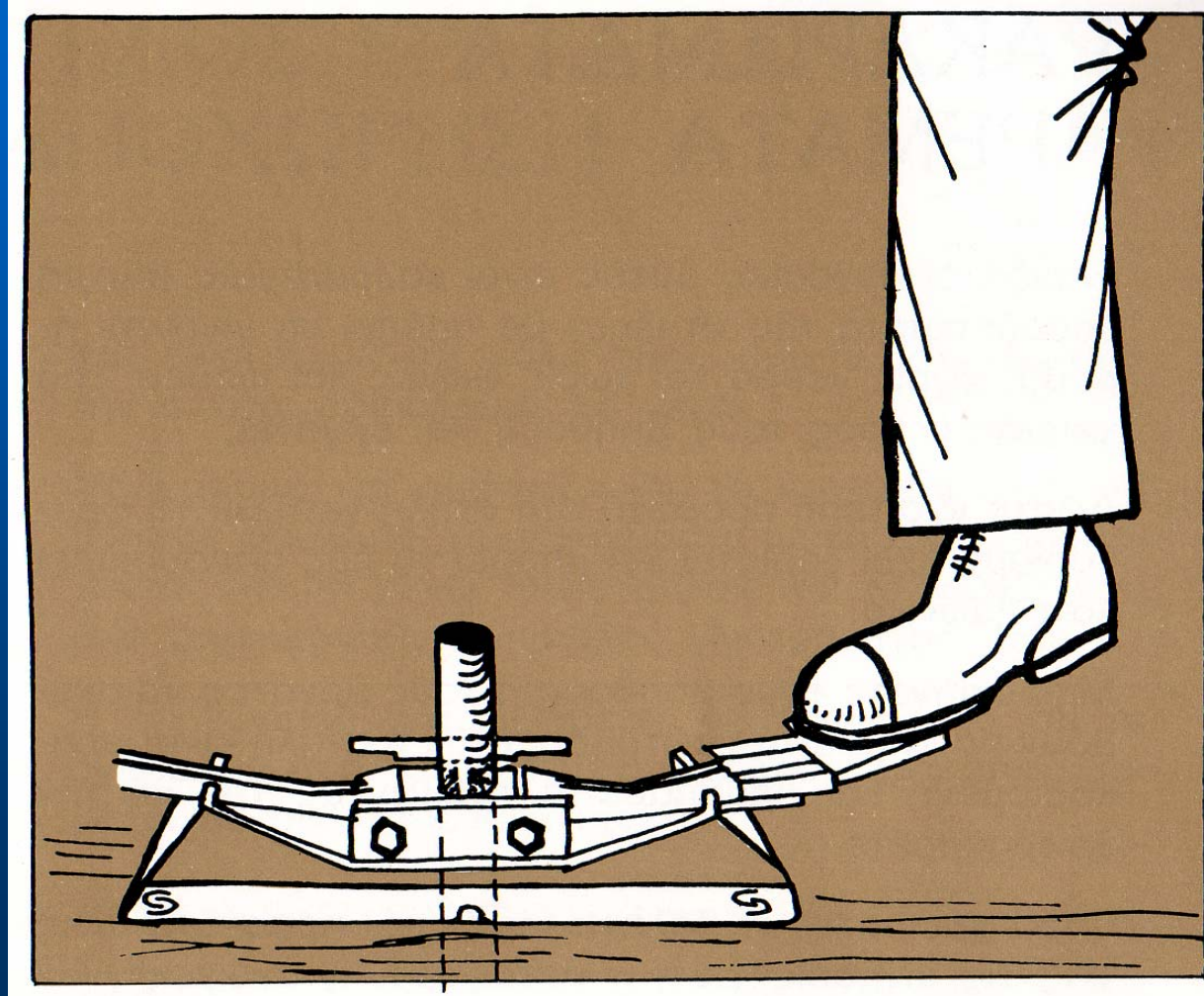
6. Αν χρειαστεί να πετάξετε ένα εργαλείο κάτω ειδοποιείτε αυτούς που είναι από κάτω να προφυλαχθούν.



7. Όταν πρόκειται να τροχίσουμε μια κορώνα ή ένα τρίπτερο, αμέσως φοράμε τα προστατευτικά γυαλιά, που μας έχουν χορηγηθεί.



8. Όταν χρησιμοποιούμε το ποδόφρενο πρέπει να είμαστε προσεκτικοί γιατί ένας λάθος χειρισμός μπορεί να προκαλέσει δυστύχημα και σε μας και στη γεώτρηση.



9. Όταν το στέλεχος ή η σωλήνα έχει λυθεί και τραβιέται από το βοηθό για να τοποθετηθεί στα καβαλέτα, πρέπει ο χειριστής να αγαντάρει σιγά σιγά το συρματόσχοινο, γιατί αλλιώς υπάρχει κίνδυνος ατυχήματος.
10. Προτού ξεκινήσει η διάτρηση πρέπει να γίνει έλεγχος του αυτόματου συστήματος συγκρατήσεως των στελεχών και των σωλήνων.
11. Ελέγξτε την πρόσδεση του ελαστικού σωλήνα με τον τροφοδότη.
12. Κατά τη διάρκεια της εργασίας κανένας από το προσωπικό του γεωτρυπάνου δεν πρέπει να πλησιάζει τα κινούμενα μέρη, όπως π.χ. το τσοκ, βολάν, βαρούλκα, ιμάντες, διατρητική στήλη.
13. Απαγορεύεται η άνοδος στη γάβρια όταν βρίσκεται σε λειτουργία το βαρούλκο, η διατρητική στήλη ή ο κινητήρας του γεωτρυπάνου.

14. Προκειμένου να λύσουμε το τσοκ πρέπει να απομονώσουμε την περιστροφή ή σε τελευταία ανάγκη να διακόψουμε τελείως τη λειτουργία του κινητήρα.
15. Απαγορεύεται η αποσύνδεση του τροφοδότη (προς αντικατάσταση ή προσθήκη στελέχους) να γίνεται με την κόντρα περιστροφή στη γάβρια. Η αποσύνδεση θα γίνεται πάντα με τη χρήση κάβουρα και χωρίς να λειτουργεί η περιστροφή της στήλης.
16. Αν τα στελέχη κατά την κάθοδό τους στη γεώτρηση σταματήσουν στα τοιχώματα και χρειαστεί περιστροφή με το σωληνοκάβουρα, τότε δεν πρέπει ο χειριστής να αφήσει μπόσικο συρματόσχοινο, γιατί μπορεί η στήλη να γλιστρήσει ξαφνικά προς τα κάτω και να πάθει ατύχημα ο βοηθός.
17. Όταν προσπαθείτε να τραβήξετε (αλιεύσετε) στελέχη χρησιμοποιώντας τα αντίβαρα πρέπει να λαμβάνονται τα ακόλουθα μέτρα προστασίας:
 - A) Πλήρης έλεγχος από το χειριστή των συνδέσεων του συστήματος αλιεύσεως με αντίβαρα.

B) Μετά από μερικές κρούσεις να σταματάει η προσπάθεια και να γίνεται έλεγχος όλων των συνδέσεων των κινούμενων τμημάτων των αντιβάρων, του οδηγού της γάβριας, της τροχαλίας, του συρματοσχοινου και του βαρούγκου, γιατί λόγω των κρούσεων τα κινούμενα μέρη καταπονούνται και υπάρχει κίνδυνος αιφνίδιας αποσύνδεσή τους.

18. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται κατά την ανέλκυση της διατρητικής στήλης (στελέχη-σωλήνες).
19. Για την αποσύνδεση των στελεχών μη χρησιμοποιείτε μικρούς κάβουρες με πρόσθετους μοχλούς, αλλά να γίνεται χρήση του αλυσιδωτού κάβουρα, που δε γλιστράει πάνω στο στέλεχος.

20. Οι πύροι και τα ράουλα γρασάρονται πάντα πριν τη χρήση του αντίβαρου.

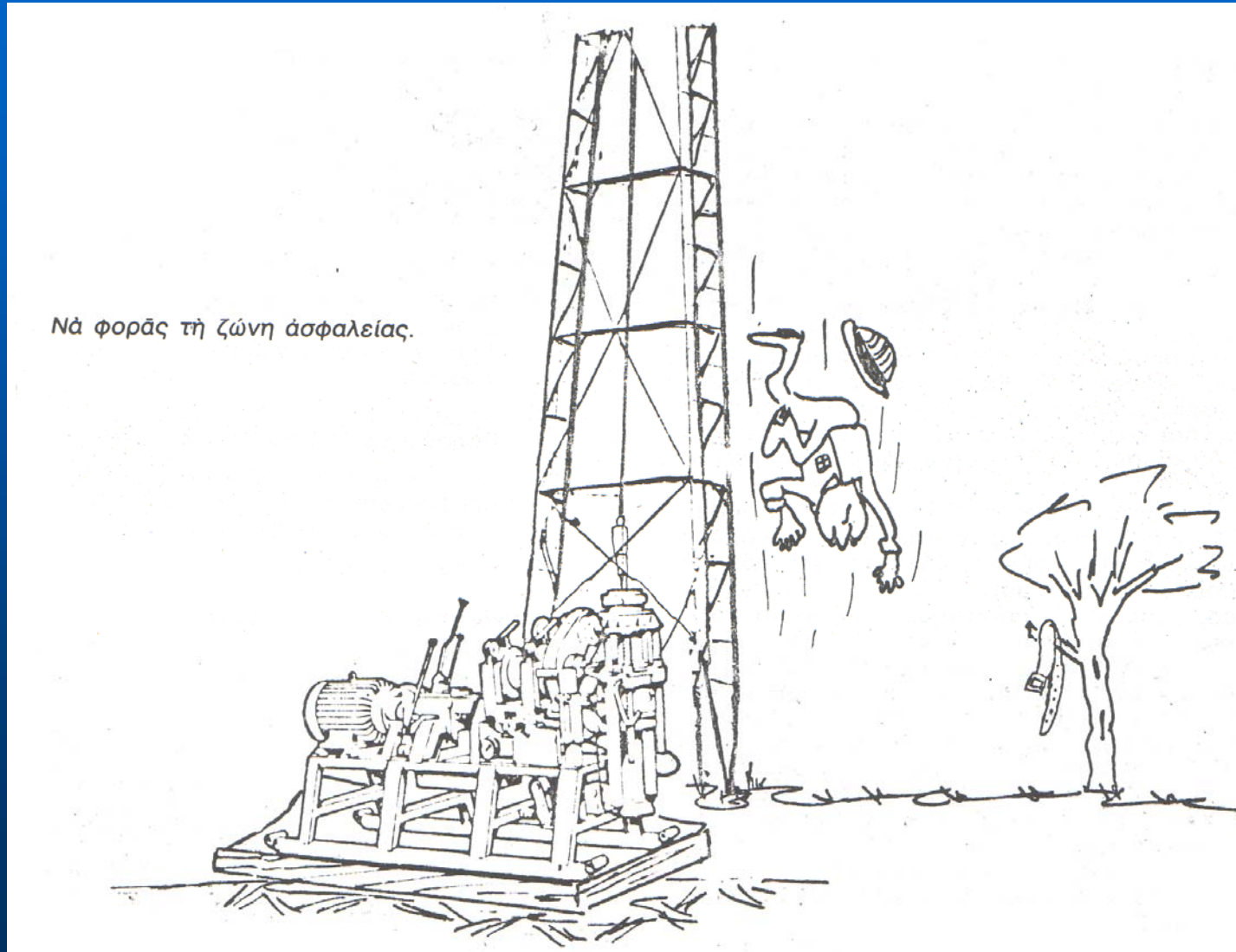


Οδηγίες στο γεωτρυπανιστή

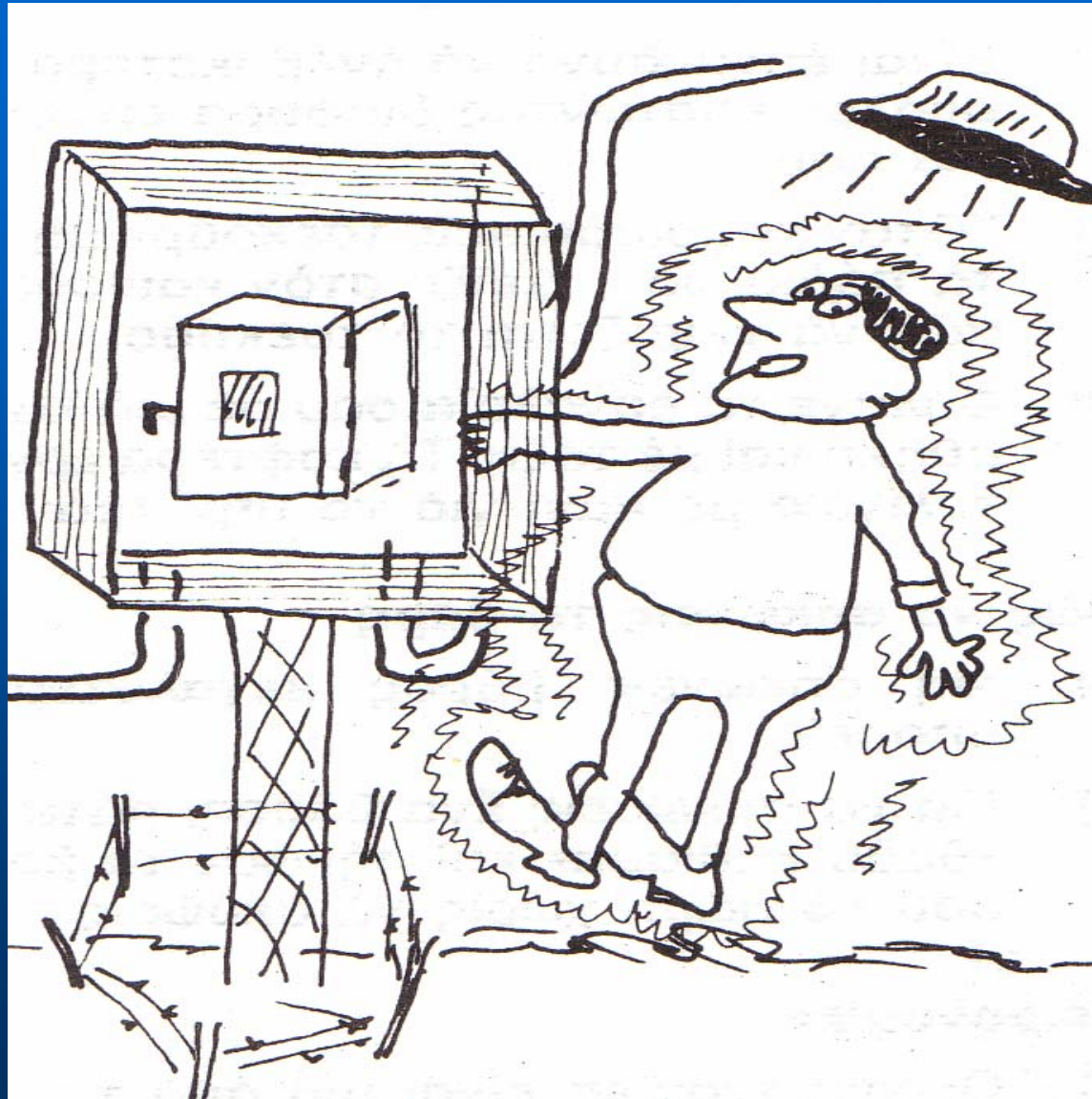
Για τον γεωτρυπανιστή τονίζονται οι ακόλουθες οδηγίες:

1. Μην διέρχεσαι πάνω από τεντωμένο συρματοσχοινο.
2. Όταν ανοίγεις χαντάκια πάρε τα μέτρα σου για να μην πέφτουν τα παραμέντα. Στην ανάγκη υποστήριξέ τα με ξυλοδεσίες.
3. Μη χρησιμοποιείς ξύλα αδύνατα, φθαρμένα ή μικρά για τους τρίποδές σου. Αν τα ξύλα είναι παλιά και ξερά δέσε τα στις άκρες τους με τσέρκια για να μη σχίζονται.
4. Αν το έδαφος είναι μαλακό χρησιμοποίησε κάτω από τα μηχανήματα μαδέρια για πέδιλα.
5. Τα διάφορα δάπεδα και τα πατάρια κατασκεύασέ τα από γερά μαδέρια.
6. Στην εξέδρα (πατάρι) της γάβριας τοποθέτησε ράγια σαν κουπαστή.

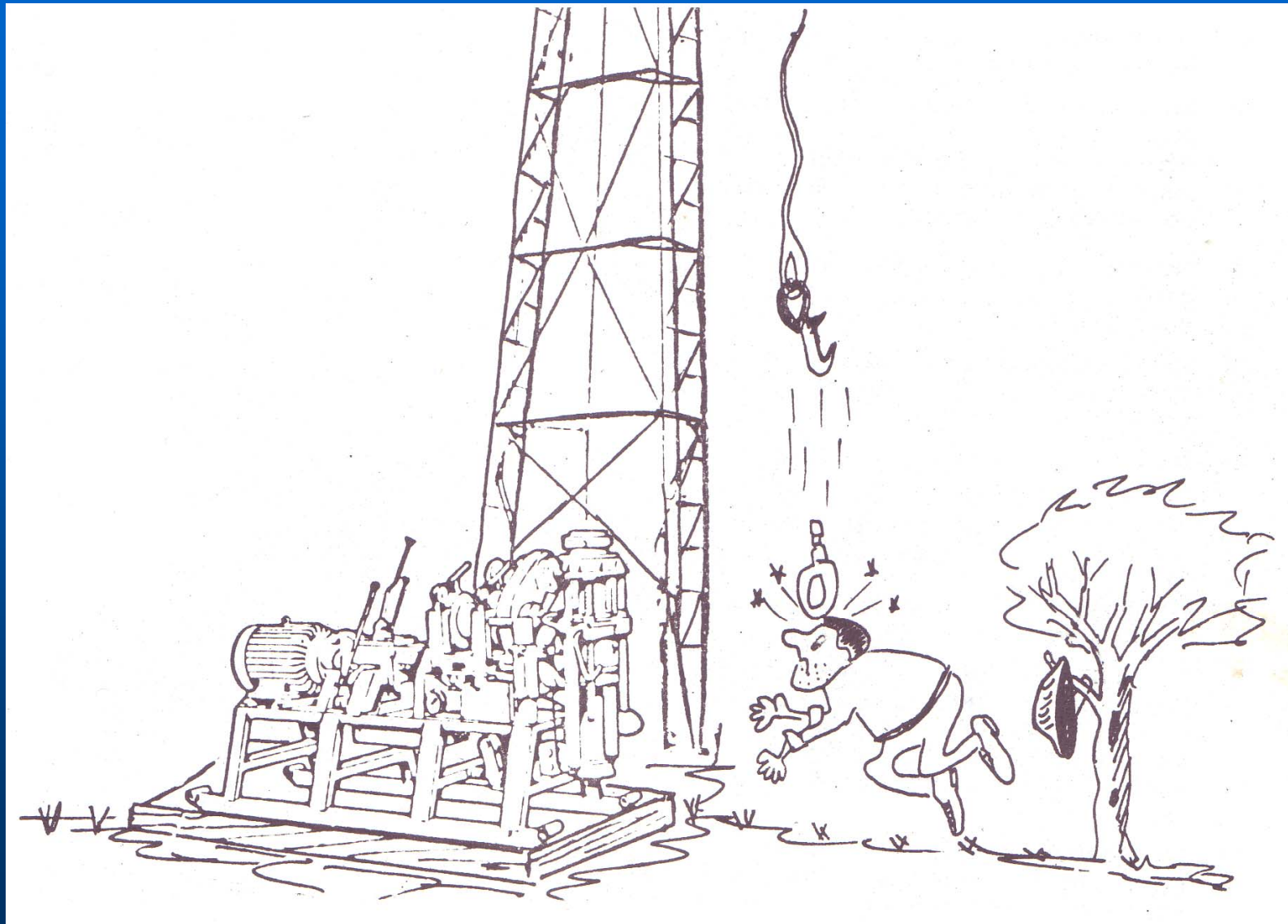
7. Να φοράς τη ζώνη ασφαλείας.



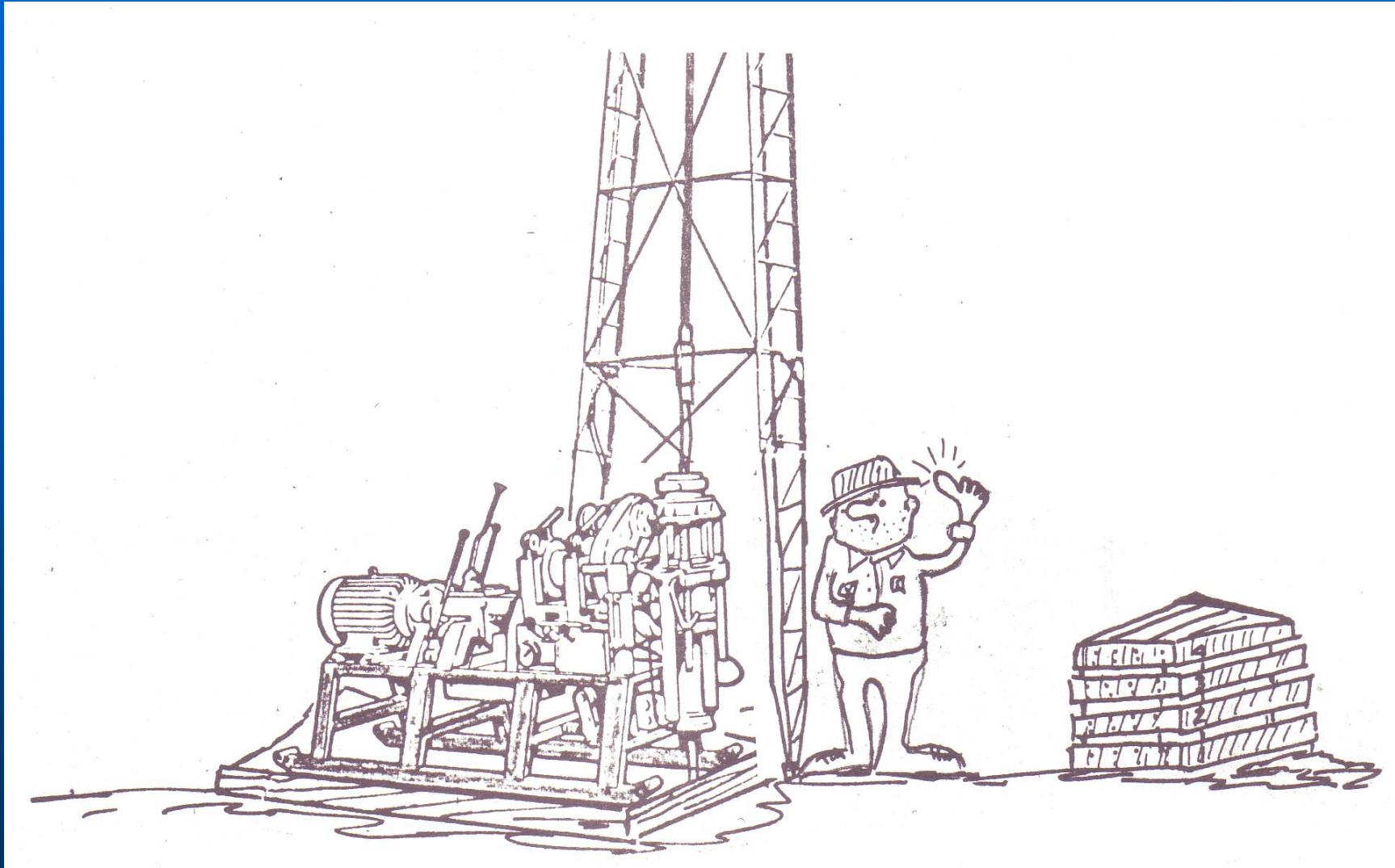
8. Μην «παριστάνεις» τον ηλεκτροτεχνίτη.



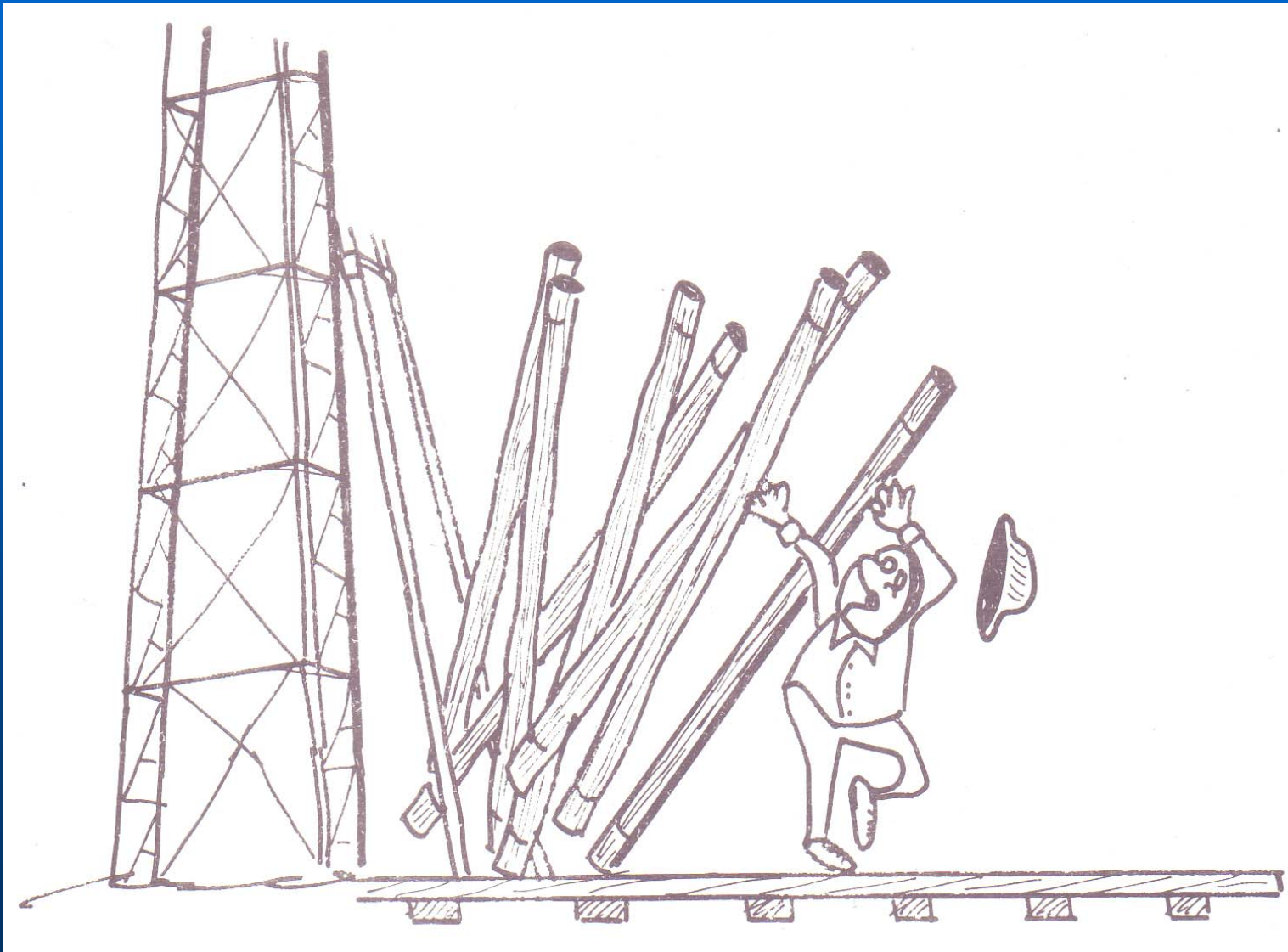
9. Βίδωνε και ασφάλιζε καλά την κεφαλή της στήλης.



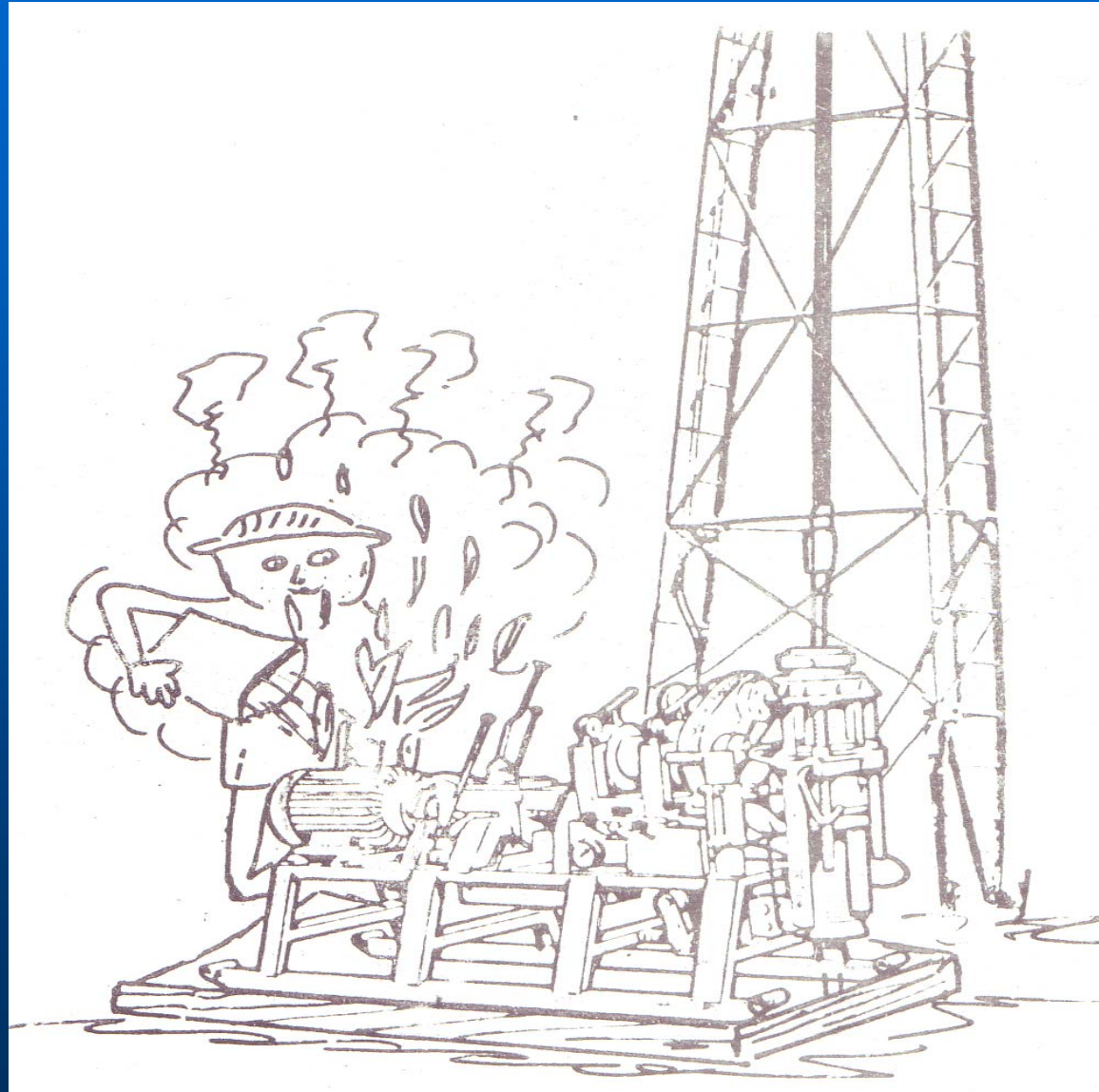
10. Μην ακουμπάς τα χέρια σου στο τσοκ ή στο αντίβαρο.



11. Στήριξε και ασφάλισε καλά τους σωλήνες και τα στελέχη.



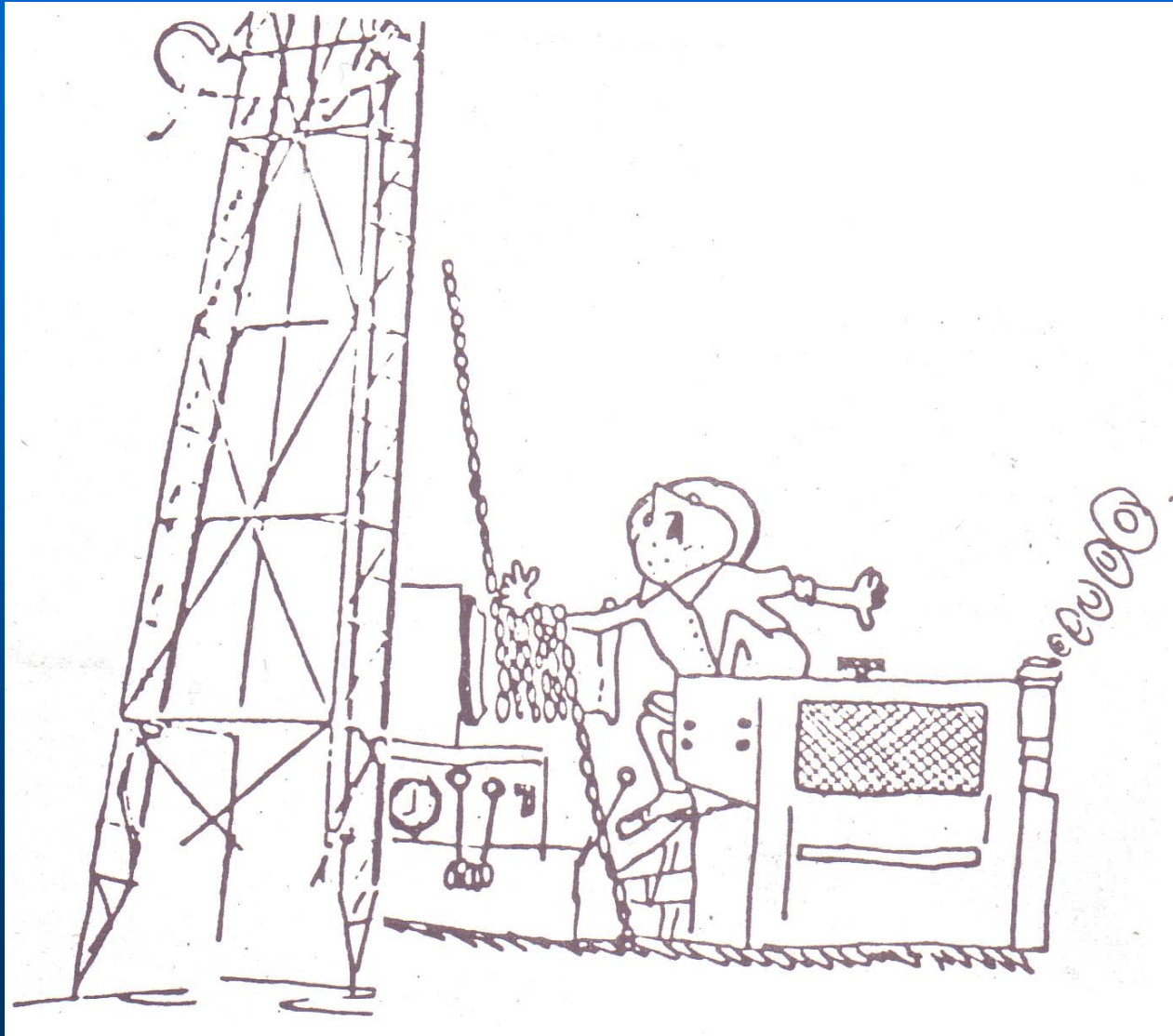
12. Σβήνε τη μηχανή όταν τη γεμίζεις με καύσιμα.



13. Μην αφήνεις εργαλεία και άλλα εφόδια σε ψηλά μέρη χωρίς να τα ασφαλίσεις.



14. Μην επεμβαίνεις στους μηχανισμούς όταν κινούνται.



15. Πριν ξεκινήσεις το γεωτρύπανο βεβαιώσου ότι έχουν βγει από τα στελέχη, τα κλειδιά και οι κάβουρες.
16. Μην αφήνεις τα στελέχη και τους δειγματολήπτες πάνω στο γεωτρύπανο.
17. Μη βγάζεις τη στρεπτή κεφαλή του νερού (swivel) όταν το γεωτρύπανο και η αντλία λειτουργούν.
18. Δεν πρέπει για κανένα λόγο να χρησιμοποιηθεί το γεωτρύπανο για να τραβήξει τα φρακαρισμένα στελέχη. Αυτή η εργασία γίνεται μόνο με τα ειδικά εργαλεία και τον κατάλληλο εξοπλισμό.
19. Για να μαζευτεί το συρματόσχοινο στο ταμπούρλο του βιντσιού πρέπει να είσαι συνέχεια στο χειριστήριο και ο βοηθός σου, φορώντας γάντια να τακτοποιεί το συρματόσχοινο.

20. Όπου χρησιμοποιούνται ναυτικά κλειδιά πρέπει να έχουν τους κανονικούς πείρους με σπείρωμα (πάσο) ή κοπίλια. Μη βάζεις στους πείρους καρφιά ή σύρματα.
21. Όταν βγάζεις από τη γεώτρηση τα στελέχη, ο βοηθός σου πρέπει να είναι μακριά από τον κοτσαδόρο των στελεχών, γιατί υπάρχει κίνδυνος με το χαλάρωμα να αρχίσει ο κοτσαδόρος να γυρίζει «τρελά» και να προκαλέσει πολύ σοβαρό τραυματισμό.
22. Μην πιάνετε εσύ και οι βοηθοί σου τους σωλήνες ή τα στελέχη από τις άκρες τους.
23. Αν στο ψυγείο της μηχανής ή στο θερμαντήρα έχει μαζευτεί πάγος, πρέπει το ξεπάγωμα να γίνει με προσοχή. Υπάρχει φόβος να γίνει έκρηξη εάν το στόμιο δεν έχει ξεβουλώσει.

24. Αν το γεωτρύπανο λειτουργεί με αεροκινητήρα, έλεγξε όλες τις δικλείδες αν λειτουργούν καλά.
25. Πριν από κάθε επισκευή κλείσε όλες τις δικλείδες.
26. Πριν λύσεις το τσοκ άφησε τον αέρα να ξεφύγει από τους ελαστικούς σωλήνες με τη βοήθεια ενός κατάλληλου διακλαδωτήρα, με βαλβίδα, που τοποθετείται ανάμεσα στη δικλείδα που δίνει τον αέρα και στον κινητήρα.
27. Ο βοηθός σου σε καμιά περίπτωση δεν επιτρέπεται να χειρισθεί τις δικλείδες χωρίς δική σου εντολή.
28. Πριν αποσυνδέσεις ελαστικό σωλήνα, κλείσε καλά τη βαλβίδα του αέρα και άφησε το σωλήνα να αδειάσει.
29. Όταν αποσυναρμολογείς βεβαιώσου πως τα πόδια σου είναι προφυλαγμένα, πριν αφήσεις το γεωτρύπανο να γλιστρήσει πάνω στις μπάρες.

30. Αν χρησιμοποιείς αεροκίνητο εξολκέα για τα στελέχη, πρέπει να είναι έτσι ρυθμισμένος, ώστε όταν ανοίξει εντελώς να μη «βρίσκει» στα παραμέντα. Να ειδοποιείς τον βοηθό σου πριν ανοίξεις τη δικλείδα του εξολκέα.
31. Πρόσεξε μήπως κινδυνεύει να καρφωθεί στα παραμέντα από ένα στέλεχος κάποιος που μπορεί να βρεθεί πίσω από το γεωτρύπανο.
32. Ασφάλισε τα καύσιμα και τα λιπαντικά. Η αποθήκευση των καυσίμων και λιπαντικών πρέπει να γίνεται σε ακτίνα το λιγότερο 20 μέτρων από τα σημεία, που μπορούν να προκληθούν σπινθήρες καθώς και από τις παράγκες εξυπηρέτησης προσωπικού.
33. Το χειμώνα, μόλις σβήσεις το μηχάνημα και την αντλία, άδειασε το νερό.

Κυπριακή Νομοθεσία

Κ.Δ.Π. 274/2002 :

Οι περί Ελάχιστων Προδιαγραφών Ασφάλειας και Υγείας στην Εργασία (Εξορυκτικές δια Γεωτρήσεων Βιομηχανίες) Κανονισμοί του 2002