



Γεωφράγματα με Πυρήνα

ΜΕΡΟΣ Α - ΠΥΡΗΝΕΣ

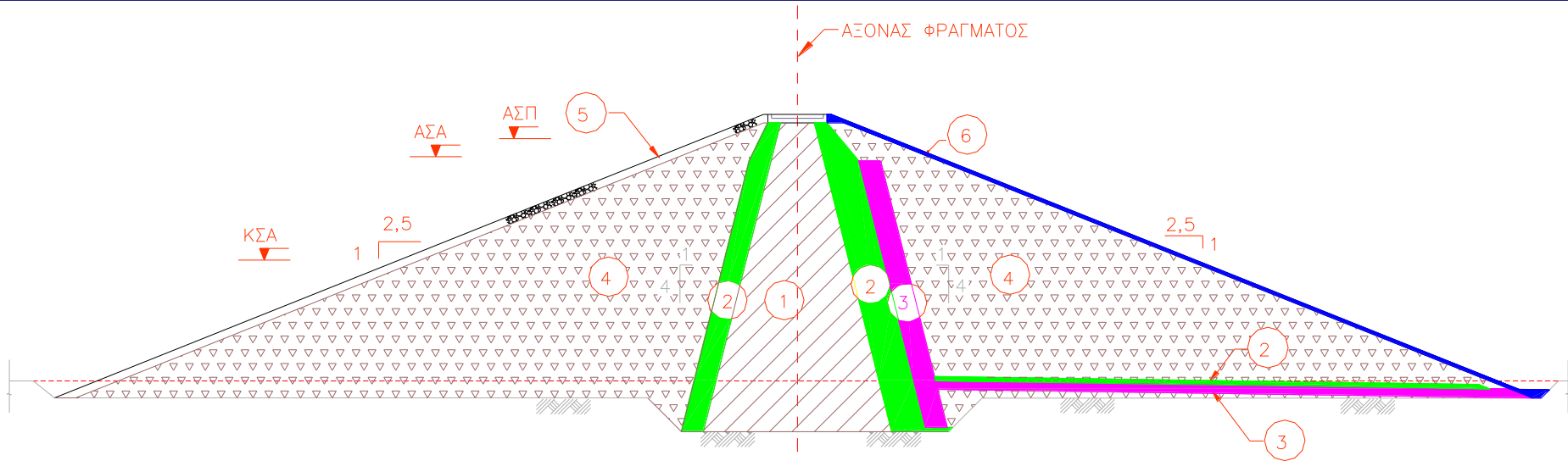
ΔΠΜΣ : Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών - Τ.Υ.Π.&Π.

Ν. Ι. ΜΟΥΤΑΦΗΣ

2016



Χαμηλής διαπερατότητας κεντρικός πυρήνας



| | |
|----------------------------------|---|
| Ζώνη 1 - Πυρήνας | Αδιαπέρατα υλικά |
| Ζώνη 2 – Φίλτρο | Διαβαθμισμένο αμμώδες υλικό |
| Ζώνη 3 – Στραγγιστήριο | Διαβαθμισμένο χαλικώδες υλικό |
| Ζώνη 4 – Κελύφη | Αμμοχάλικα, κορήματα, κερματισμένο βράχος |
| Ζώνη 5 – Ανάντη ζώνη προστασίας | Ογκόλιθοι - Τρόχμαλοι |
| Ζώνη 6 – Κατάντη ζώνη προστασίας | Λίθοι - κροκάλες |



Πυρήνας φράγματος

- Βασική λειτουργία του πυρήνα είναι να περιορίζει τη δίοδο νερού από τον ταμιευτήρα προς τα κατάντη
- Αυτό επιτυγχάνεται όταν:
 - η διαπερατότητα του υλικού είναι χαμηλή
 - η ελάχιστη τάση στο υλικό πυρήνα είναι μεγαλύτερη από την πίεση του νερού
- Επιλογή υλικού χαμηλής διαπερατότητας για πυρήνα.
- $\gamma_{\text{πυρήνα}} * h_{\text{πυρήνα}} > \gamma_{\text{νερού}} * h_{\text{νερού}}$ (κατά κανόνα!!!)

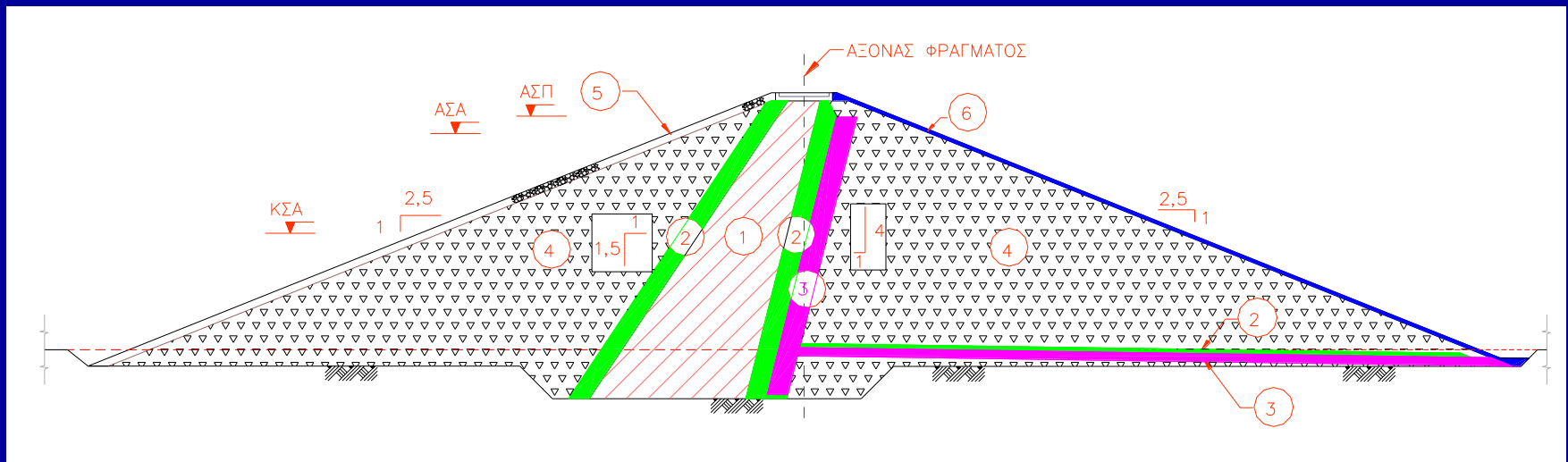
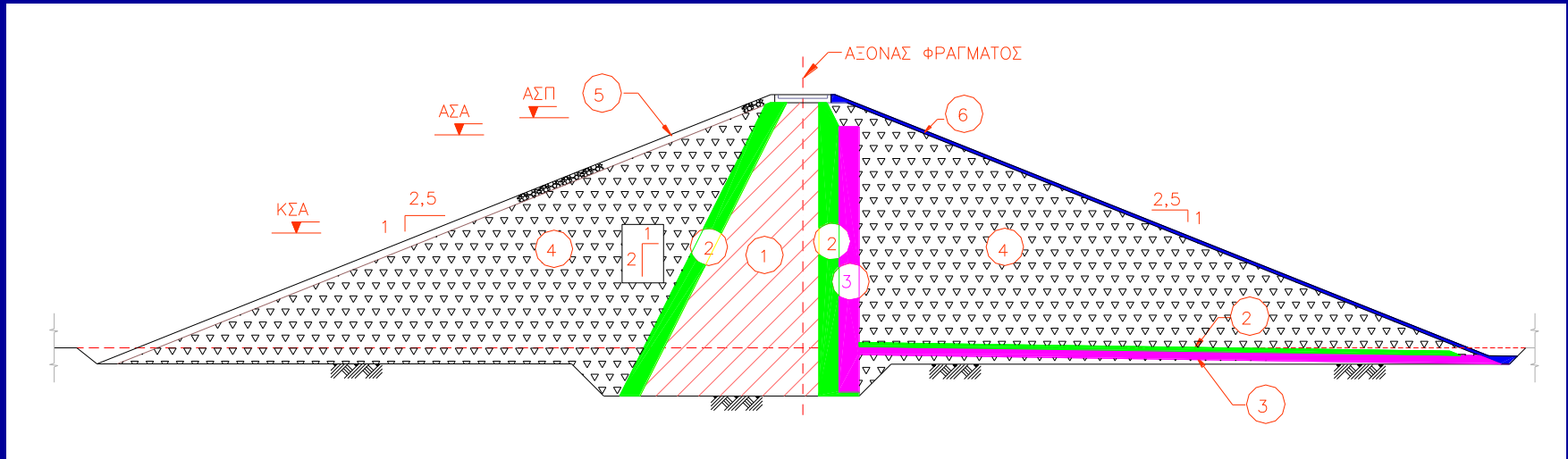


Υλικά κατάλληλα για πυρήνα φράγματος

- Πυρήνας : ‘πρακτικά’ αδιαπέρατο στοιχείο του φράγματος
- Η αδιαπερατότητα (στεγανότητα) οφείλεται στο λεπτόκοκκο κλάσμα των υλικών
- Λεπτόκοκκο κλάσμα : το διερχόμενο στο κόσκινο ASTM No 200 – 0,076 mm
- Άργιλοι και ιλύες
Υψηλό πορώδες αλλά χαμηλή διαπερατότητα (γιατί;)
- Η μειωμένη διαπερατότητα εμφανίζεται σε εδαφικό υλικό όταν το ποσοστό των λεπτόκοκκων είναι :
 $> 20 \%$.

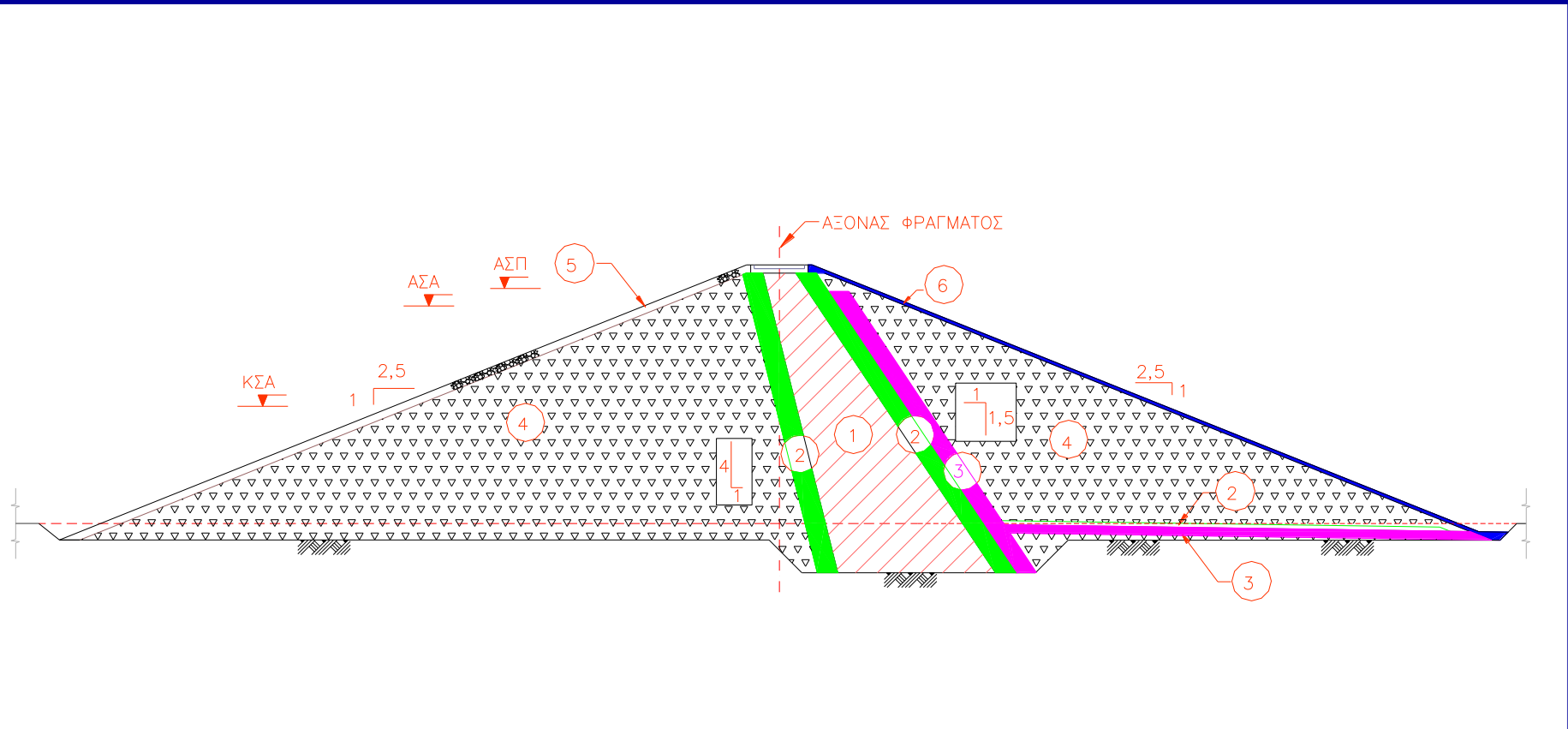


Κεκλιμένους πυρήνας



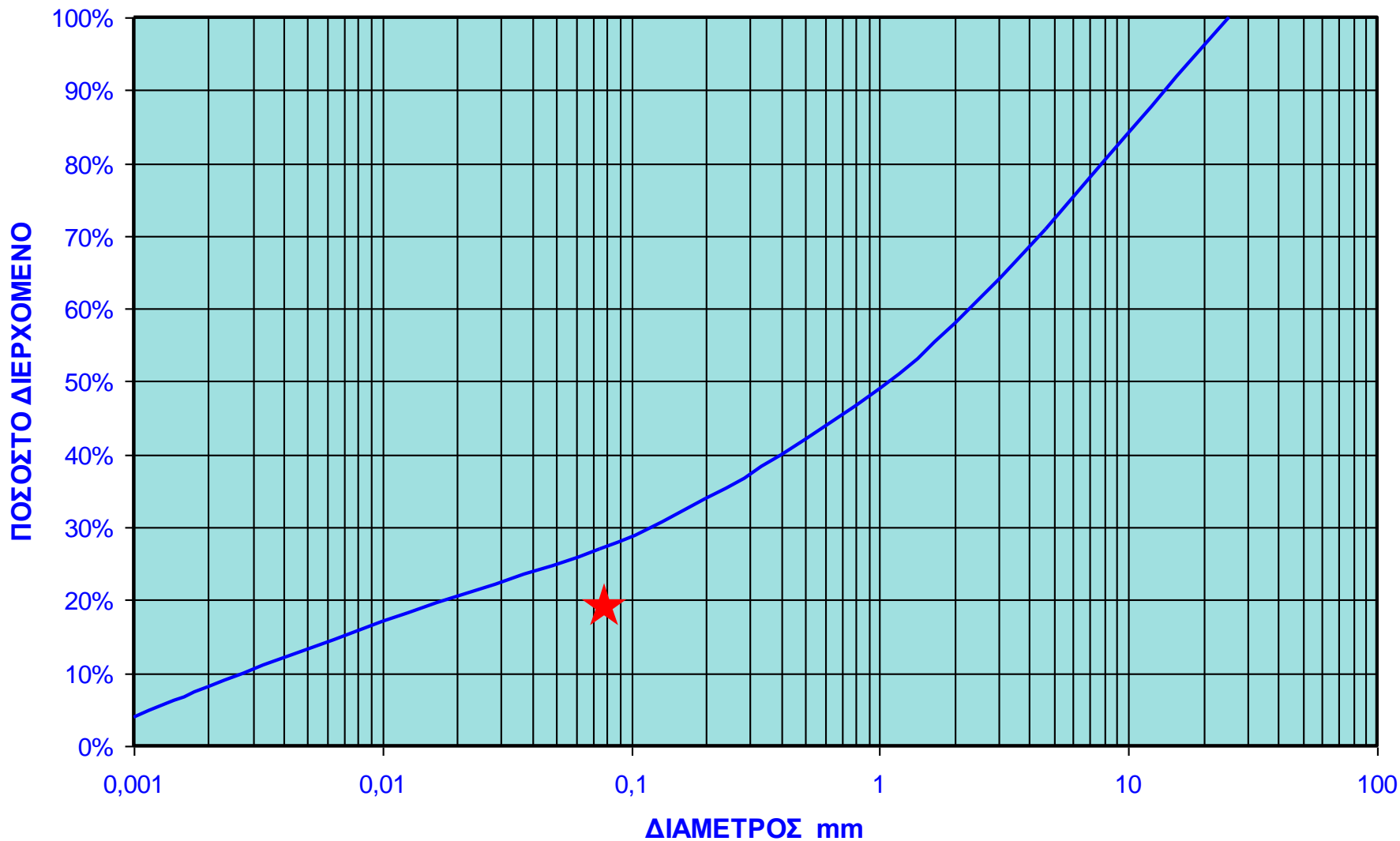


Μη επιτρεπτή θέση κεκλιμένου πυρήνα



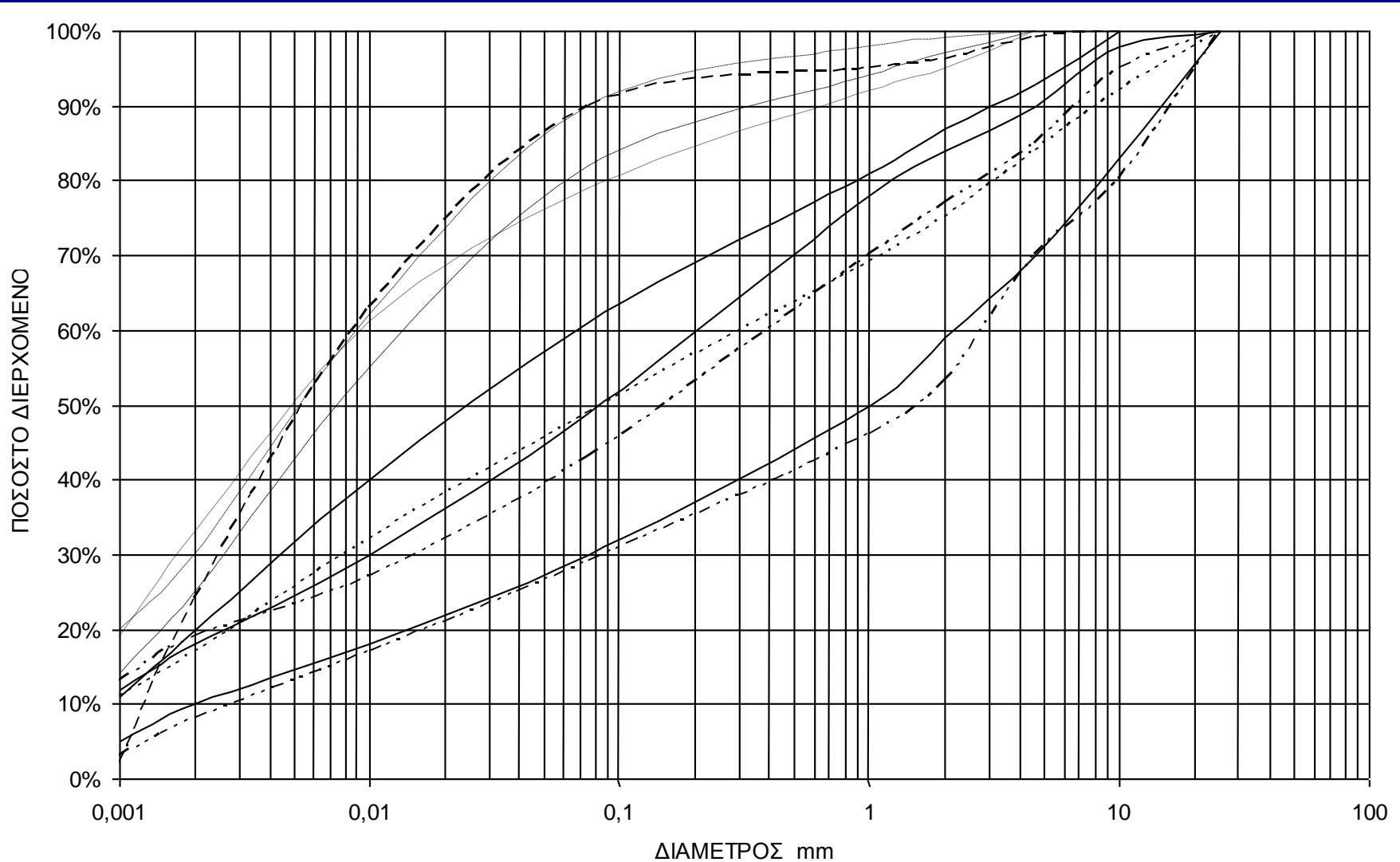


Κοκκομετρική καμπύλη





Εύρος διακύμανσης καμπυλών, ομαδοποίηση δανειοθαλάμων και περιβάλλουσες καμπυλών





Γεωμετρία πυρήνα

- Υψόμετρο στέψης πυρήνα :
 - ΑΣΑ ή ΑΣΠ ταμιευτήρα
- Πλάτος πυρήνα
 - υδραυλική κλίση < 2 :
πλάτος πυρήνα σε οποιοδήποτε βάθος
 $>$
μισό του αντίστοιχου υδροστατικού φορτίου
 - εφαρμογή πυρήνων αυξανόμενου πλάτους με αυξανόμενο βάθος
 - μικρότερη υδραυλική κλίση σε «πτωχά» υλικά



Γεωμετρία πυρήνα

- Πλάτος στέψης πυρήνα :
 - Μηδενικό πλάτος στη στέψη (θεωρητικά)
 - Κατασκευή πυρήνα με πλάτος στέψης 4 m
 - Κατασκευαστικοί λόγοι
 - Λόγοι αντιμετώπισης μετακινήσεων (παραμορφώσεων) λόγω σεισμών
- Κλίσεις πρανών :
 - Συνήθεις κλίσεις 1 : 5 και 1 : 4 (Ο:Κ)
 - Ηπιότερες κλίσεις 1 : 2,5 (Ο:Κ)



Κεκλιμένοι πυρήνες

A) Βελτιστοποίηση θέσης θεμελίωσης πυρήνα λόγω :

- μορφολογίας εδάφους
- χαρακτηριστικών γεωλογικών σχηματισμών
- θεμελίωση σε αδιαπέρατο σχηματισμό
- αποφυγή ζωνών με αδυναμίες
(π.χ. ρήγματα ή ζώνες διάτμησης)

B) Περιορισμός του Φαινομένου Θόλου (Αψίδωσης)



Φαινόμενο Θόλου - Αψίδωση

Οι τάσεις σε ένα οριζόντιο επίπεδο που βρίσκεται σε βάθος h από την επιφάνεια ορίζονται από τη σχέση

$$\tau = \gamma * h$$

Η παραμόρφωση (συνίζηση - κάθιση) εξαρτάται από την τάση και το μέτρο παραμορφωσιμότητας

Κάτω από το ίδιο φορτίο υπερκειμένων ο πυρήνας μπορεί να υποστεί υψηλότερη συνίζηση από τα γειτονικά του κελύφη.

Λόγω της συνάφειας μεταξύ των υλικών του πυρήνα και των κελυφών παρατηρείται «ανάρτηση» του υλικού πυρήνα στις γειτονικές του ζώνες



Φαινόμενο Θόλου - επιπτώσεις

Για στεγανότητα φράγματος:

$$\tau_{\text{πυρήνα}} = \gamma_{\text{πυρήνα}} * h_{\text{πυρήνα}} > \gamma_{\text{νερού}} * h_{\text{νερού}}$$

$$\text{Εάν } \tau_{\text{πυρήνα}} \leq \gamma_{\text{νερού}} * h_{\text{νερού}}$$

Διάπλυση του υλικού \rightarrow αστοχία φράγματος

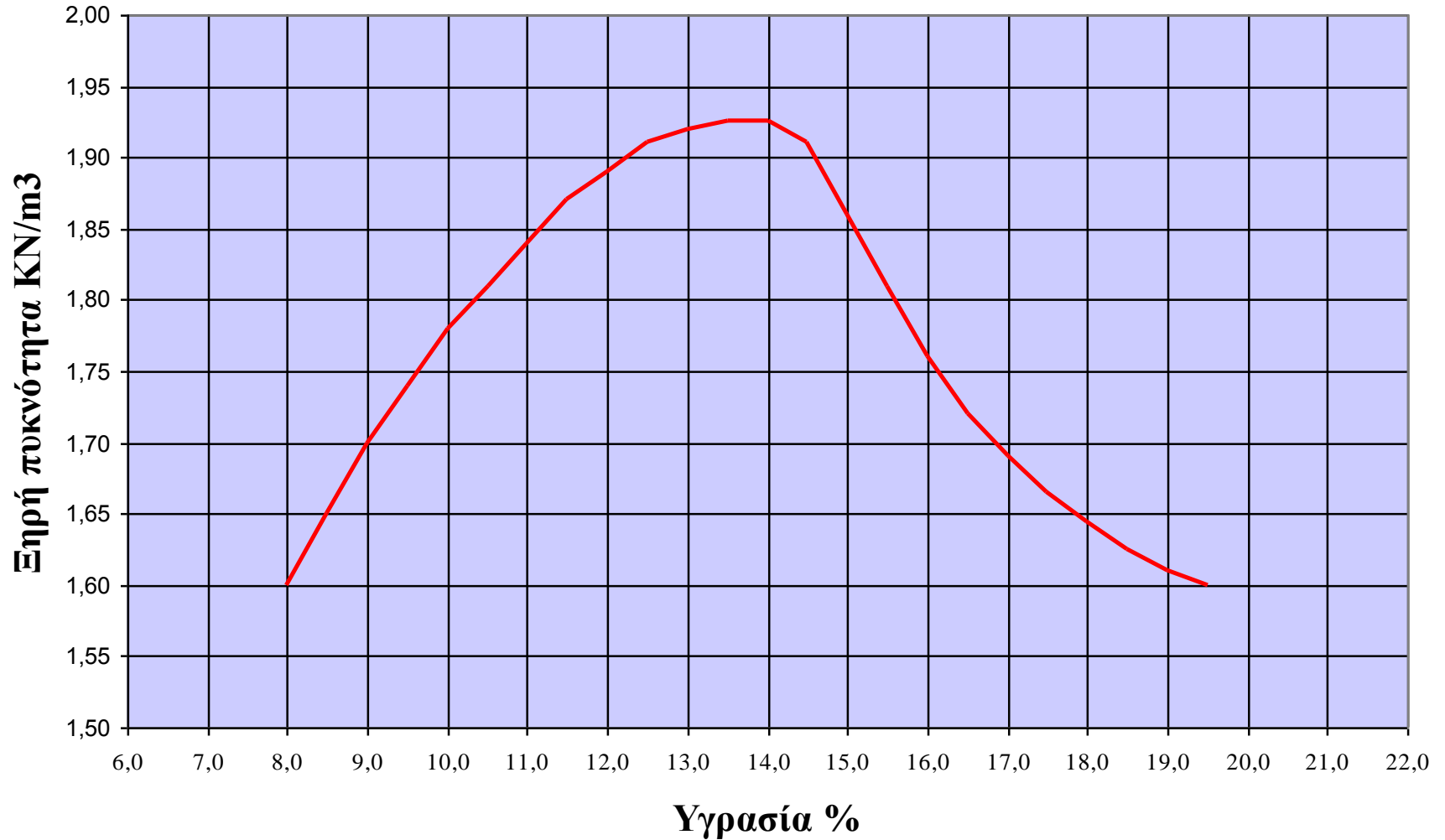
Αντιμετώπιση:

Πλατύτεροι πυρήνες, κεκλιμένοι πυρήνες

καμπύλοι πυρήνες (σε κάτοψη)



Καμπύλη ξηρής πυκνότητας - υγρασίας





Φυσική τους υγρασία μικρότερη ή μεγαλύτερη της βέλτιστης

Απαίτηση για **ύγρανση** ή **ξήρανση** του υλικού πυρήνα

Η **ύγρανση** επιτυγχάνεται με **διαβροχή** και **ανάμιξη**
(με βυτιοφόρο ή σωλήνα εκτόξευσης)

Η **ξήρανση** επιτυγχάνεται με **αναμόχλευση** (αερισμός)



Ύγρανση κατά τη διάσπρωση





Ύγρανση με βυτιοφόρο





Δισκόσβαρνα για αναμόχλευση





Διάστρωση & Συμπύκνωση

- Διαβροχή επιφάνειας θεμελίωσης για καλύτερη πρόσφυση και αύξηση υγρασίας
- Μεταφορά και εκφόρτωση
- Διάστρωση με προωθητή ή διαστρωτήρα
- Συμπύκνωση με :
 - κατσικοπόδαρο
 - κοπανοφόρο κυλινδρο-συμπυκνωτή
 - ελαστιχοφόρο συμπυκνωτή



Προετοιμασία θεμελίωσης – Απομάκρυνση χαλαρών





Προετοιμασία θεμελίωσης – Απομάκρυνση χαλαρών





Προετοιμασία θεμελίωσης – Καθαρισμός με αέρα





Προετοιμασία θεμελίωσης πυρήνα





Πλήρωση κοιλοτήτων με υλικό πυρήνα Συμπύκνωση με δονητικό (βατραχάκι)





Πλήρωση κοιλοτήτων με υλικό πυρήνα Συμπύκνωση με δονητικό (βατραχάκι)





Πλήρωση κοιλοτήτων με σκυρόδεμα





Σφράγιση ρωγμών με αριάνι ή τσιμεντένεμα





Διάστρωση φίλτρου - Έναρξη διάστρωσης πυρήνα





Διάστρωση πυρήνα – Συμπύκνωση με ελαστιχοφόρα





Διαστρωση πυρήνα στη θεμελίωση





Κασικοπόδαρο συρόμενο





Κατσικοπόδαρο αυτοκινούμενο





Κοπανοφόρος κυλινδρο-συμπυκνωτής





Θεμελίωση πυρήνα στα αντερείσματα





Θεμελίωση πυρήνα στην κοίτη





Κέλυφος

Στραγγιστήριο

Κέλυφος

Πυρήνας

Φίλτρο

Φίλτρο