



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

Εργαστήρια Τεχνικής Γεωλογίας Ι

Άσκηση 4^η

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ – ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ
ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΣΙΜΕΝΤΕΝΕΣΕΙΣ

Αντικείμενο της Άσκησης

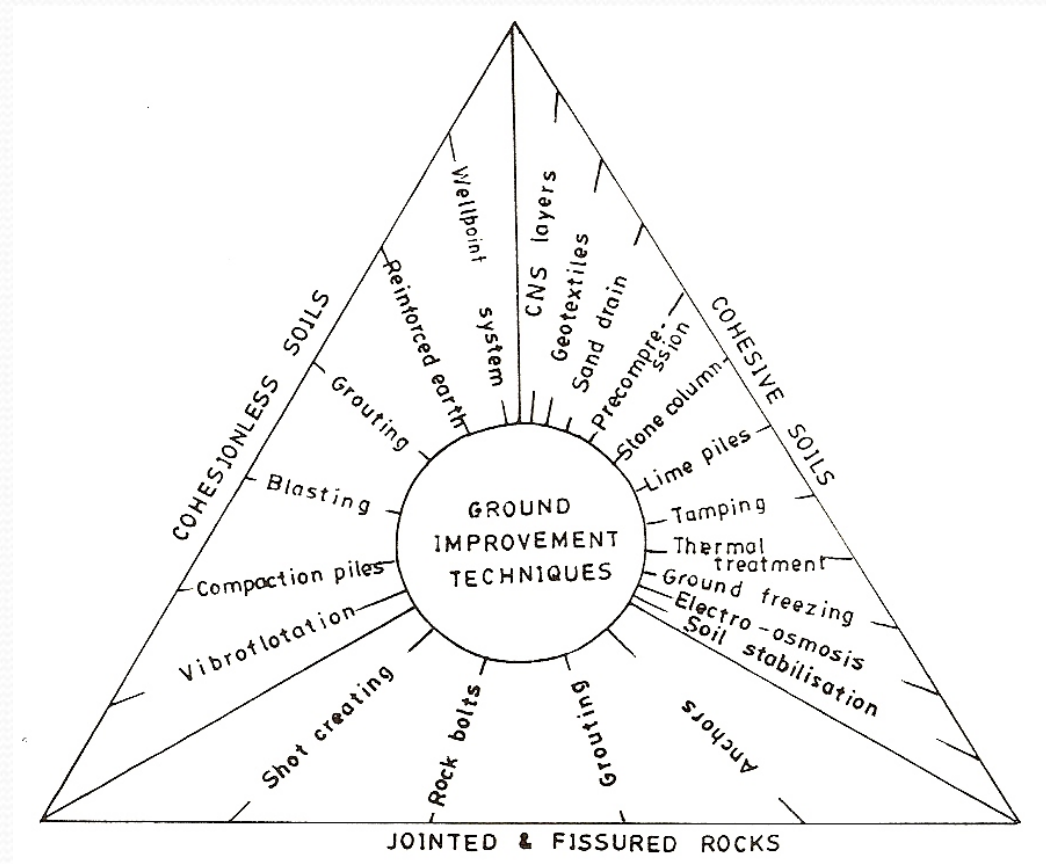
- Η κατανόηση του τρόπου διάταξης των γεωτρήσεων για την κατασκευή στεγανοποιητικού διαφράγματος με τσιμεντενέσεις.
- Η επιμέτρηση των υλικών και των εργασιών ανόρυξης για την κατασκευή του διαφράγματος.

Ενέματα - Ενεματώσεις

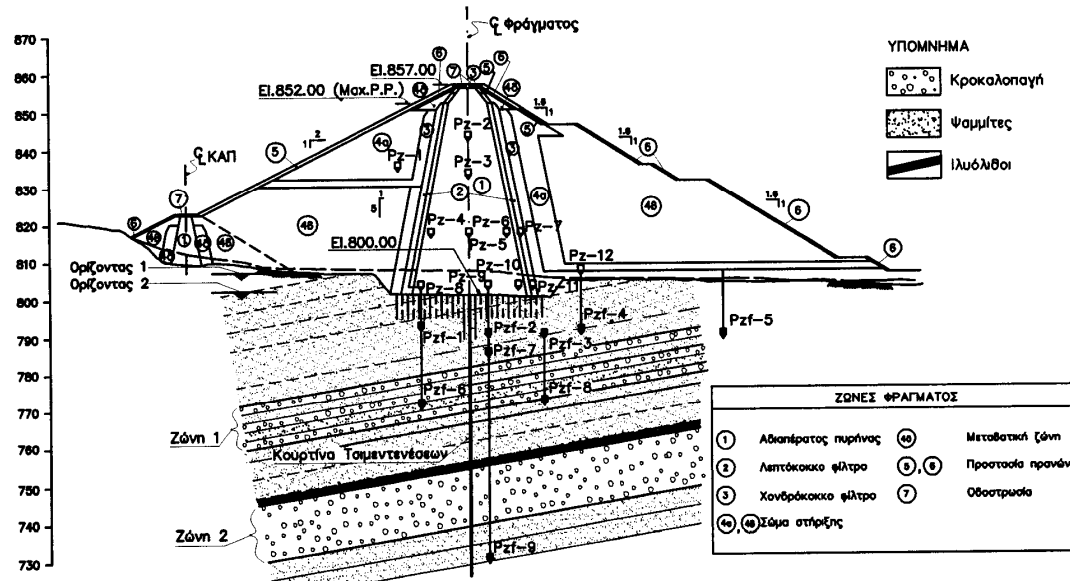
Η σταθεροποίηση και η στεγανοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών με τη χρήση των ενεμάτων, εντάσσονται στα πλέον αποτελεσματικά μέτρα βελτίωσης της γεωτεχνικής συμπεριφοράς γεωλογικών σχηματισμών.

Ο όρος ``Ενεμα`` αναφέρεται σε κάθε ρευστό υλικό το οποίο εισπιέζεται μέσα σε ένα γεωλογικό σχηματισμό, με σκοπό είτε τη βελτίωση της αντοχής αυτού, είτε τη μείωση της υδροπερατότητάς του, είτε το συνδυασμό και των δύο.

Μέθοδοι Βελτίωσης Γεωτεχνικής Συμπεριφοράς Γεωλογικών Σχηματισμών

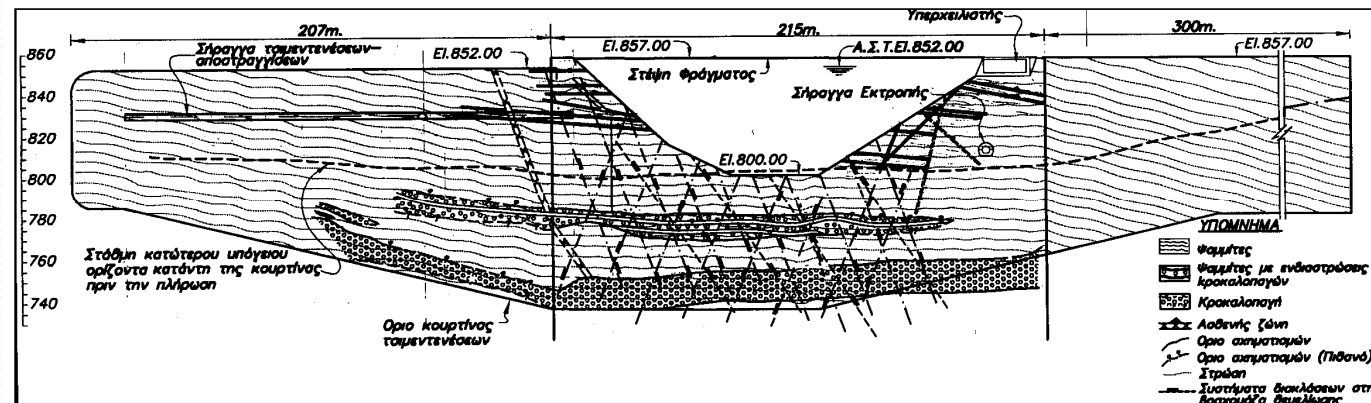


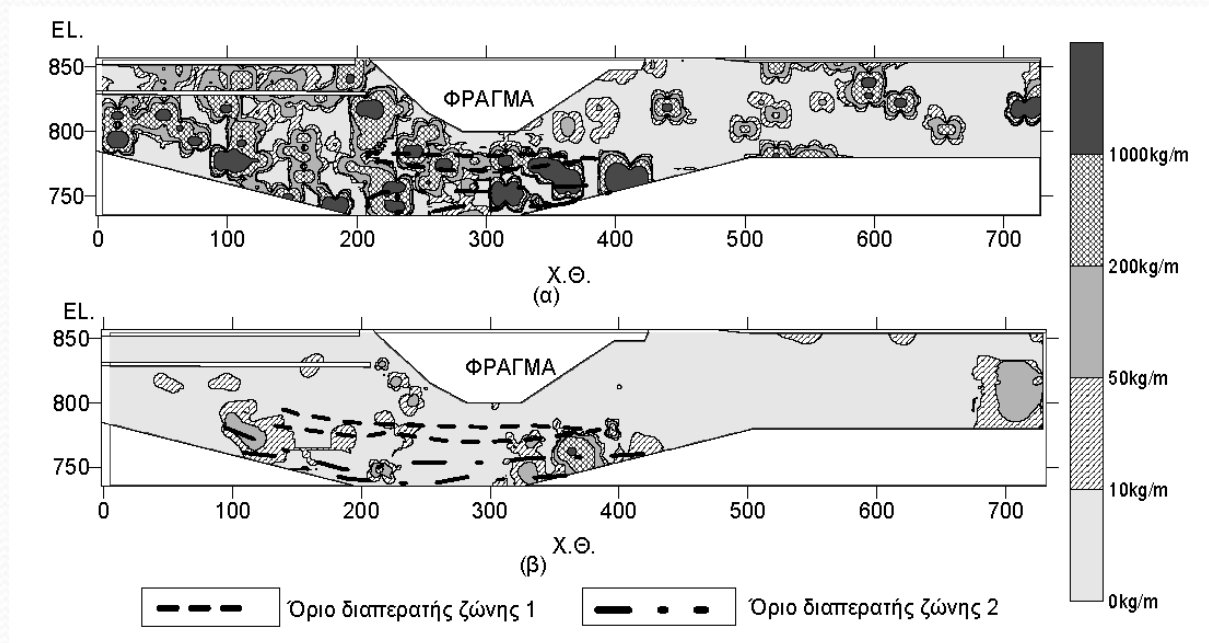
Παραδείγματα Διάταξης Γεωτρήσεων σε Κουρτίνες Τσιμεντενέσεων



Κεντρική διατομή φράγματος
Πραμόριτσας –
Γεωλογία υποβάθρου –
Ζώνες φράγματος - Όργανα

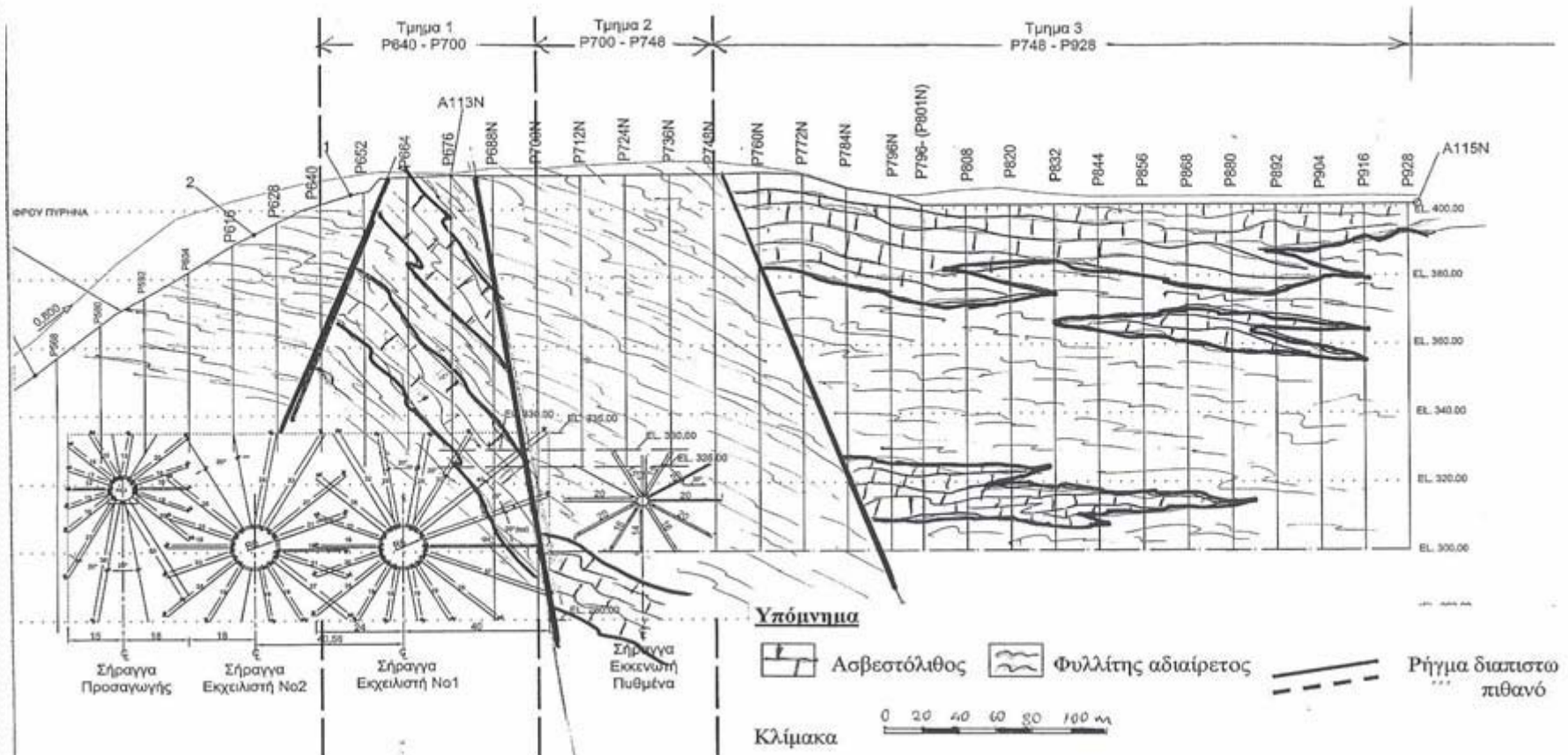
Μηκοτομή άξονα
κουρτίνας
τσιμεντενέσεων –
Γεωλογικές συνθήκες





Καμπύλες ίσης απορρόφησης τσιμέντου σε kg/m :

(α) πρωτεύουσες οπές – (β) οπές ελέγχου



Φράγμα ΥΗΕ Ιλαρίωνα - Γεωλογική τομή κατά μήκος του άξονα της κουρτίνας, στην επέκταση της στο αριστερό αντέρεισμα

Επιλογή Τύπου Ενέματος

Η επιλογή του πλέον κατάλληλου υλικού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένεμα πρέπει να γίνεται μετά από καλή γνώση:

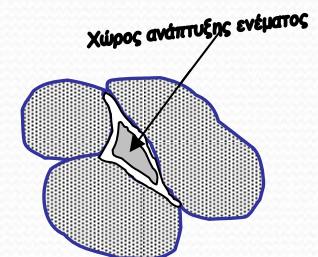
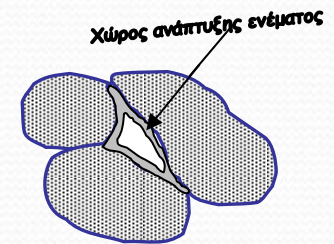
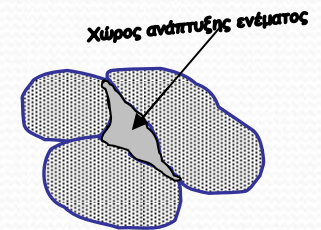
- Της φύσης και του μεγέθους των κενών που πρόκειται να πληρωθούν,
- Της διαπερατότητας του γεωλογικού σχηματισμού που πρόκειται να στεγανοποιηθεί , αλλά και
- Των φορτίων λειτουργίας που πρόκειται να παραλάβει.

Ένα ένεμα για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί, πρέπει:

- Να είναι κατάλληλο για εισπίεση,
- Να αλλάζει η φυσική του κατάσταση σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα,
- Να μην απομακρύνεται από τη θέση στην οποία έχει εισπιαστεί πριν αποκτήσει τη φυσική κατάσταση που απαιτείται για το σκοπό που έχει επιλεγεί.

Κατηγορίες Ενεμάτων με Βάση την Αλληλεπίδραση Εδάφους - Ενέματος

- Η πρώτη κατηγορία αφορά τα ενέματα που πληρώνουν το χώρο μεταξύ των δομικών στοιχείων του εδάφους, εκδιώκουν όλο το νερό και παράλληλα παραμένουν σταθερά στη θέση αυτή. **Αύξηση της αντοχής και μείωση της διαπερατότητας (ιδεώδη ενέματα).**
- Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται στα ενέματα που “επιχρίουν” απλά τους κόκκους του εδαφικού υλικού χωρίς να γεμίζουν πλήρως τα κενά. **Αυξάνουν την αντοχή και μειώνουν ελάχιστα τη διαπερατότητα.**
- Η τρίτη κατηγορία αφορά τα ενέματα που καταλαμβάνουν τμήμα των κενών, δεν απομακρύνουν πλήρως το νερό αλλά του περιορίζουν το χώρο δράσης, με αποτέλεσμα να παραμένει στην επιφάνεια των δομικών κόκκων του εδαφικού υλικού. **Μειώνουν το συντελεστή υδροπερατότητας αλλά δεν αυξάνουν την αντοχή.**



Τα κενά που πληρώνονται με ένεμα μπορεί να είναι: (α) σπηλαιώδη ανοίγματα, (β) ρήγματα, (γ) διαρρήξεις – διακλάσεις, (δ) λοιπές ασυνέχειες των βραχωδών σχηματισμών, καθώς και (ε) το πορώδες των κοκκωδών εδαφικών σχηματισμών.

Κύρια Είδη Ενεμάτων

Ενέματα Τσιμέντου: Το τσιμέντο είναι το πλέον φθηνό αλλά έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- 1) χρειάζεται πολλές μέρες για να αποκτήσει την κατάλληλη αντοχή,
- 2) έχει μεγάλα σωματίδια και επομένως η χρήση του περιορίζεται σε εδάφη με μεγάλους πόρους ή και σε πετρώματα με σχετικά μεγάλο άνοιγμα ασυνεχειών.

➤ Τσιμέντο τύπου Portland (πλούσιο σε οξείδιο του αργιλίου (Al_2O_3)), ταχείας πήξης.

➤ Ανάμιξή του με ειδικές αργίλους, π.χ. με μπεντονίτη, βελτιώνει την ευκινησία του τσιμέντου αλλά μειώνει την αντοχή του.

➤ Κονιοποιημένο τσιμέντο ή ειδικού τύπου τσιμέντο, όπως το **MC-500** (Ιαπωνικής παραγωγής), οι κόκκοι έχουν σημαντικά μικρότερη διάμετρο, και το ιξώδες του MC-500 είναι το μισό του αιωρήματος Portland.

Ενέματα τσιμέντου - αργίλων: Ενέματα ποικίλης αντοχής μπορεί να προκύψουν με την ανάμιξη τσιμέντου και αργίλων. Μίγματα τσιμέντου και κατάλληλων μπεντονιτικών αργίλων είναι σταθερά σε οποιαδήποτε αναλογία νερού – τσιμέντου. Τέτοια μίγματα αυξάνουν το ιξώδες του ενέματος αλλά παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή.

Κονιοποιημένη ιπτάμενη τέφρα: Πρόκειται για την τέφρα που προκύπτει ως παραπροϊόν της καύσης του λιγνίτη στους ατμοηλεκτρικούς σταθμούς. Η τέφρα αυτή, που ονομάζεται ιπτάμενη τέφρα (fly ash or fuel ash), συνίσταται κύρια από πολύ μικρής διαμέτρου σφαιρίδια πυριτίου.

➤ Σε μίγμα αναλογίας 95% τσιμέντο προς 5% τέφρα διαμορφώνεται ένα υλικό το οποίο σαν ένεμα, έχει: (α) αυξημένη ευκινησία, ενώ (β) έχει ελάχιστα μειωμένη αντοχή.

➤ Μίγμα ιπτάμενης τέφρας και οξειδίου του ασβεστίου (lime) με νερό δίνει ένα σταθερό και με αυξημένη αντοχή μίγμα

➤ Μίγμα τσιμέντου – ιπτάμενης τέφρας – μπεντονίτη είναι αποδεκτά ενέματα αυξημένης διεισδυτικότητας αλλά ταυτόχρονα μειωμένης αντοχής.

Ενέματα που χρησιμοποιούν μόνο ιπτάμενη τέφρα είναι τα φθηνότερα και με χαμηλή αντοχή, αλλά τα πλέον κατάλληλα για πλήρωση μεγάλων υπόγειων κενών.

Χημικά ενέματα: Τα χημικά ενέματα είναι κυρίως οργανικές ενώσεις οι οποίες επενεργούν με τη μορφή αντιδράσεων, όπως πολυμερισμού (όμοια ή παρόμοια μονομερή συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζονται πολυμερή) ή συμπύκνωσης (μόρια μονομερών χάνουν ένα συστατικό και στερεοποιείται ευκολότερα).

Το χαμηλό ιξώδες των ενεμάτων αυτών καθιστά δυνατή τη βελτίωση εδαφών χαμηλής υδροπερατότητας.

Εξοπλισμός Εργοταξίου

Εξοπλισμός ανόρυξης των οπών ενεμάτωσης,

- Περιστροφικό γεωτρύπανο,
- Στελέχη, κοπτικά και Σωλήνες προσωρινής επένδυσης (περιφραγματικοί).

Εξοπλισμός αποθήκευσης των πρώτων υλών και παρασκευής του ενέματος

- Ζυγοί ,
- Κολλοειδείς μαλακτήρες (αναδευτήρες),
- Συσκευές θέρμανσης,
- Αντλίες τροφοδοσίας,
- Αναδευτήρας και
- Δίκτυο σωληνώσεων.

Εξοπλισμό εκτέλεσης των ενέσεων

- Αντλίες, Σωλήνες, Packers και Ακροφύσια.

