



## ΑΣΚΗΣΗ 7<sup>η</sup>

### ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ Ι

#### ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Στον τεχνικογεωλογικό χάρτη που επισυνάπτεται, παρουσιάζεται η περιοχή στην οποία προγραμματίζεται η κατασκευή αρδευτικού φράγματος. Η στέψη του φράγματος προβλέπεται στο υψόμετρο των 238 μέτρων.

Ο επισυναπτόμενος χάρτης παρουσιάζει απόσπασμα, σε κλίμακα 1:5.000, της λεπτομερούς τεχνικογεωλογικής χαρτογράφησης που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της γεωλογικής μελέτης. Επιπρόσθετα για τη συμπλήρωση των γεωλογικών στοιχείων επιφανείας, στον άξονα του φράγματος ανορύχθηκαν οι γεωτρήσεις D1, D2, D3, D4, G1, G2 και G3, μέσα στις οποίες πραγματοποιήθηκαν δοκιμές εισπίεσης νερού τύπου Lugeon.

Πληροφοριακά αναφέρεται ότι οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν την περιοχή του φράγματος ανήκουν σε μολασσική διάπλαση και αποτελούνται από εναλλαγές μαργών, συμπαγών αργίλων και ψαμμιτών (ορίζοντες II έως VI στο χάρτη), καθώς και από μαργαϊκούς ασβεστολίθους (ορίζοντας I στο χάρτη). Οι τελευταίοι δεν εμφανίζονται στην επιφάνεια αλλά συναντήθηκαν στις γεωτρήσεις που έγιναν στον άξονα του φράγματος. Στην επιφάνεια εμφανίζονται σε γειτονική περιοχή έξω από τα όρια του χάρτη και η μελέτη τους εκεί έδειξε ότι δεν εμφανίζουν αποκάρσωση. Σημειώνεται ότι όλοι οι λιθολογικοί τύποι της Μολάσσας δεν έχουν σταθερά πάχη, συχνά δε εμφανίζουν πλευρικές μεταβάσεις.

Στον πίνακα 1 έχουν καταχωρηθεί τα αποτελέσματα από τη μελέτη των πυρήνων των ερευνητικών γεωτρήσεων. Αναφορικά με τα αλλούβια που καλύπτουν την κοίτη του ποταμού αυτά είναι αργιλικής σύστασης και καλύπτουν, όπως διαπιστώνεται στη γεώτρηση D4, παλαιότερες αποθέσεις κοίτης, από αμμοχάλικα και κροκάλες.

Στον πίνακα 2 δίνονται τα αποτελέσματα από τις δοκιμές εισπίεσης που έγιναν μέσα στις γεωτρήσεις, ενώ από τις εργαστηριακές δοκιμές διαπιστώθηκε ότι οι σχηματισμοί που δομούν την περιοχή του φράγματος είναι υγιείς και έχουν τις μεγαλύτερες τιμές αντοχής για κάθε περίπτωση λιθολογικού τύπου που εμπλέκεται.

## ΖΗΤΟΥΝΤΑΙ

1. Να σχεδιαστεί η γεωλογική τομή κατά μήκος του άξονα του φράγματος.
2. Να απεικονισθούν στη γεωλογική τομή οι τιμές περατότητας σε μονάδες Lugeon, που θα προσδιοριστούν με βάση την επεξεργασία των δοκιμών εισπίεσης.
3. Να σχεδιαστούν τα όρια του υπόγειου διαφράγματος στη γεωλογική τομή, εφ' όσον κατά τη γνώμη σας απαιτηθεί η κατασκευή τέτοιου διαφράγματος από τσιμεντενέσεις (η μέγιστη στάθμη λίμνης θα βρίσκεται στα 235 μέτρα απόλυτο υψόμετρο).
4. Να διερευνηθεί η πιθανότητα για απαιτούμενο στεγανό διάφραγμα σε θέσεις στη λεκάνη κατάκλυσης. Να εντοπισθούν τέτοιες θέσεις και να αιτιολογηθούν κατάλληλα.
5. Ποίοι από τους γεωλογικούς σχηματισμούς της θέσης του φράγματος πρέπει να απομακρυνθούν για την ασφαλέστερη έδρασή του.
6. Δεχόμενοι ότι παντού στην ευρύτερη περιοχή (ανάντι και κατάντι) του φράγματος απαιτούν οι ίδιοι όπως και στο χάρτη σχηματισμοί, να διερευνηθεί ποίοι από αυτούς είναι δυνατόν να αποτελέσουν χώρους δανειοδότησης υλικών για την κατασκευή του έργου.

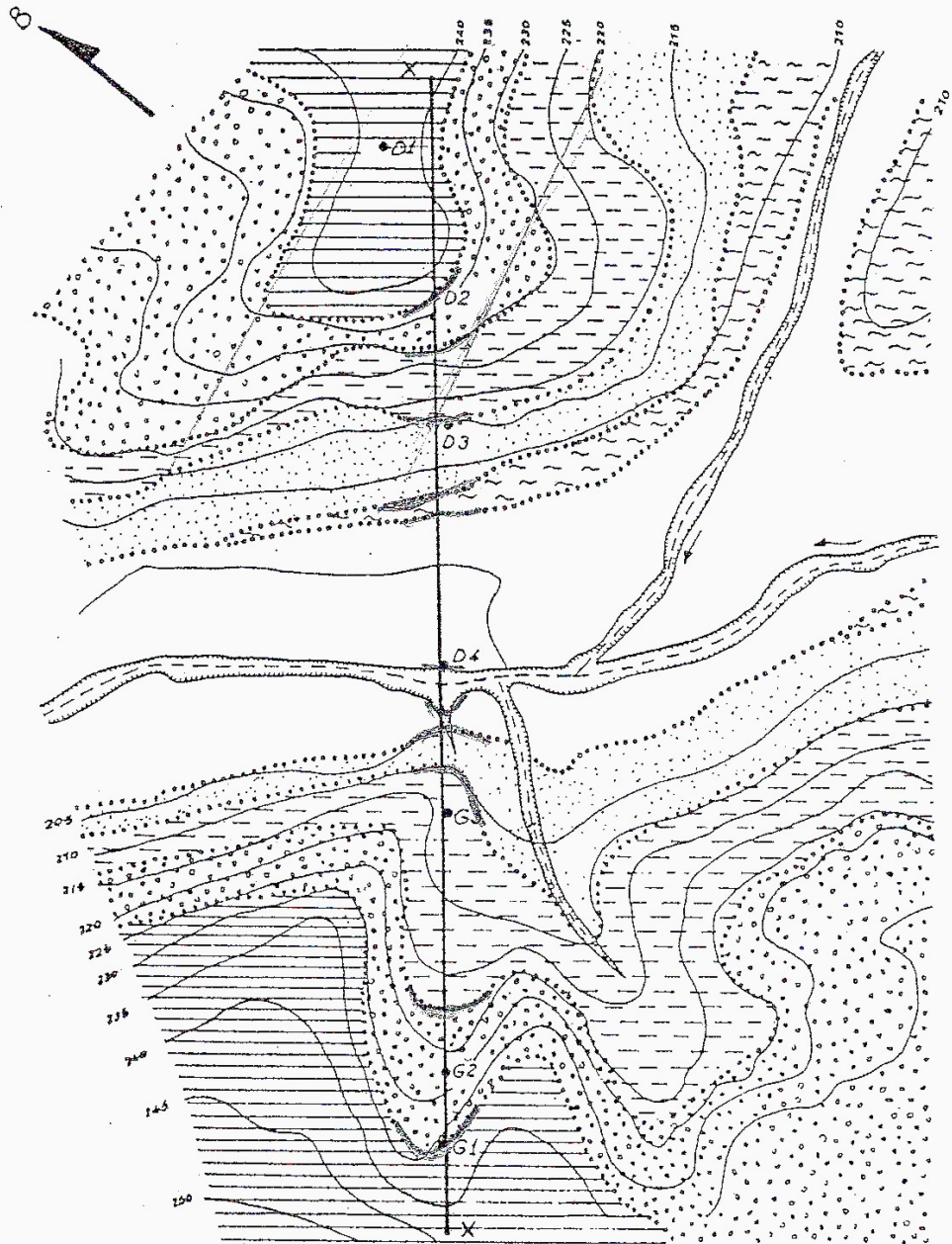
## ΠΙΝΑΚΑΣ 1

<b>ΓΕΩΤΡΗΣΗ</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>	<b>D4</b>	<b>G3</b>	<b>G2</b>	<b>G1</b>
<b>Βάθος σε m</b>	<b>(50)</b>	<b>(40)</b>	<b>(40)</b>	<b>(40)</b>	<b>(40)</b>	<b>(40)</b>	<b>(37)</b>
<b>ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ</b>							
<b>Αλλούβια</b>	-	-	-	0-5m	-	-	-
<b>Παλαιά αλλούβια</b>	-	-	-	5-8m	-	-	-
<b>VI ορίζων</b>	0-7m	-	-	-	-	-	-
<b>V ορίζων</b>	7-15m	0-10m	-	-	-	0-5m	0-17m
<b>IV ορίζων</b>	15-23m	10,0-22m	-	-	0-3m	5-18m	17-32m
<b>III ορίζων</b>	23-31m	22-26m	0-5m	-	3-10m	18-24m	Από τα 32m
<b>II ορίζων</b>	31-41m	26-36m	5-22m	8-20m	10-30m	Από τα 24m	-
<b>I ορίζων</b>	Από τα 41m	Από τα 36m	Από τα 22m	Από τα 20m	Από τα 30m	-	-




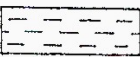



### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

- ♦ Υπενθυμίζεται ότι οι δοκιμές εισπίεσης τύπου Lugeon πραγματοποιούνται μέσα στις γεωτρήσεις σε τμήματα μήκους 3-5 μέτρων περίπου. Στην άσκηση τα αναφερόμενα μήκη 8 ή και 10 μέτρων ελήφθησαν για λόγους απλοστευσής της.
- ♦ Το φράγμα της άσκησης, παραβλέποντας ορισμένες απλοποιήσεις, αποτελεί πραγματική περίπτωση (L' ESTRASSE, στη ΝΔ/κή Γαλλία).





Κλ. 1:5.000

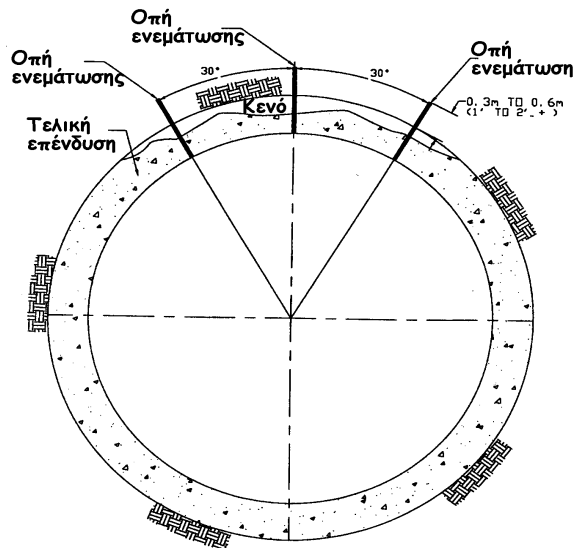
- |     |   |                            |
|-----|---|----------------------------|
|     |  | Αλλοβία αργιλιτκ ευταθως   |
| VII |  | Ανώτερος μαργαιός οριζων   |
| V   |  | Μέσος ψαμμιτιός οριζων     |
| IV  |  | Μέσος μαργαιός οριζων      |
| III |  | Κατώτερος ψαμμιτιός οριζων |
| II  |  | Κατώτερος μαργαιός οριζων  |
|     |  | Λεων φραγματος             |

## ***ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΜΑΤΩΣΗΣ***

Οι βασικότερες κατηγορίες ενεμάτωσης για βραχώδεις σχηματισμούς είναι οι ακόλουθες:

Ενεμάτωση στερέωσης (Consolidation grouting): Αναφέρεται στην πλήρωση ανοιχτών ρωγμών, επιφανειών στρωμάτωσης, ζωνών μειζόνων διαρρήξεων, καρστικών κλπ του βραχώδους υποβάθρου. Έτσι, η αντοχή του πετρώματος βελτιώνεται και η ροή του υπεδαφικού νερού περιορίζεται. Στην περίπτωση υπόγειων έργων (π.χ. σηράγγων) αυτή πρέπει να γίνεται μέχρι μια διάμετρο απόσταση από το όριο εκσκαφής.

Ενεμάτωση επαφής (Contact grouting): Αποτελεί ενεμάτωση στην επαφή των τελικών επενδύσεων υπόγειων κατασκευών με την προσωρινή υποστήριξη.



### ***Ενεμάτωση επαφής προσωρινής υποστήριξης και τελικής επένδυσης.***

Ενεμάτωση κουρτίνας (Curtain grouting): Αποτελεί τον πλέον αντιπροσωπευτικό τύπο ενεμάτωσης και είναι κατάλληλη για όλους τους γεωλογικούς σχηματισμούς. Δημιουργείται με αυτήν στεγανό ή/και στερεό υπόγειο διάφραγμα, όταν αυτό είναι απαραίτητο σε διάφορα μεγάλα έργα, όπως μεταφοράς και αποθήκευσης νερού, υπόγεια έργα αποθήκευσης αερίου, πετρελαίου ή και ασφαλούς απόθεσης τοξικών αποβλήτων.

Πέρα από τις παραπάνω κατηγορίες ενεμάτωσης που αφορούν τα εδάφη και τους βραχώδεις σχηματισμούς υπάρχουν ακόμα και οι ενεματώσεις που αφορούν στη

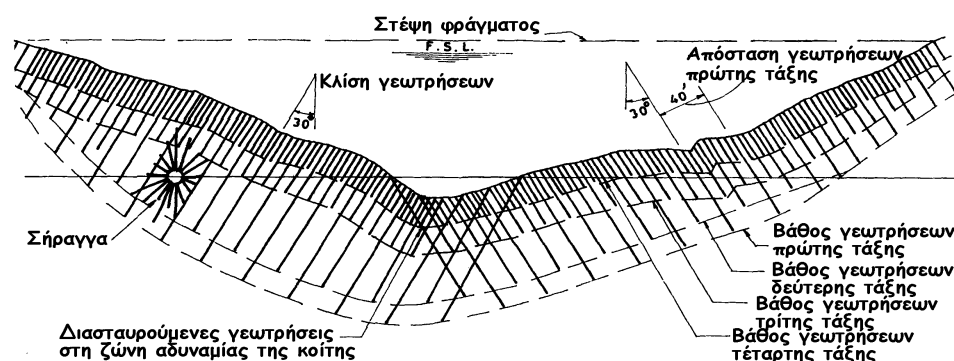
τίωση των συνθηκών στην επαφή εδάφους – κατασκευής πληρώνοντας ότι κενό υπάρχει εκεί.

## ΤΡΟΠΟΣ ΕΝΕΜΑΤΩΣΗΣ

Μετά από τη γνώση των ιδιοτήτων των γεωλογικών σχηματισμών που εμπλέκονται στη θέση του έργου όπου πρόκειται να γίνουν οι ενέσεις και αφού καθοριστεί ο κατάλληλος τύπος αυτού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, σχεδιάζεται η μέθοδος ενεμάτωσης.

Στην περίπτωση δημιουργίας διαφράγματος κάτω από άξονα φράγματος, που αποτελεί πολύ συνηθισμένη εφαρμογή ενεμάτωσης σε τεχνικό έργο μεγάλης κλίμακας (Σχήμα 6-2), ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για τη επιλογή της κοινίας του ενέματος, είναι η περατότητα του πετρώματος.

Στα μεγάλα έργα, χρησιμοποιείται η δοκιμή Lugeon, προκειμένου να επιλεγεί το κατάλληλο ένεμα και να καθοριστούν οι απαιτούμενες πιέσεις και παροχές. Έτσι γίνεται η επιλογή του αναγκαίου εξοπλισμού, αλλά και η απόσταση των γεωτρήσεων που θα χρησιμοποιηθούν, καθώς και ο αναγκαίος αριθμός αυτών. Η επιλογή της πίεσης του ενέματος είναι σημαντική προς την κατεύθυνση αφ' ενός της πλήρους εφαρμογής του ενέματος και αφ' ετέρου της μη μεταβολής της κατάστασης των κενών που θα πληρωθούν.



### **Βασική διάταξη απλής κουρτίνας τσιμεντενέσεων (από Houlsby, 1982).**

Γενικά, η διαδικασία εισπίεσης του ενέματος σε τέτοιες περιπτώσεις έχει ως εξής:

Αφού διαπιστωθεί η αυξημένη περατότητα των σχηματισμών στο χώρο του έργου, το ένεμα που έχει επιλεγεί εισπνέζεται με κατάλληλη διάταξη συστήματος αναμικτήρων, αναδευτήρων, αντλιών, σωλήνων, κλπ στις γεωτρήσεις πρώτης τάξης, που έχουν το κατάλληλο βάθος. Η εισπίεση του ενέματος γίνεται από κάτω προς

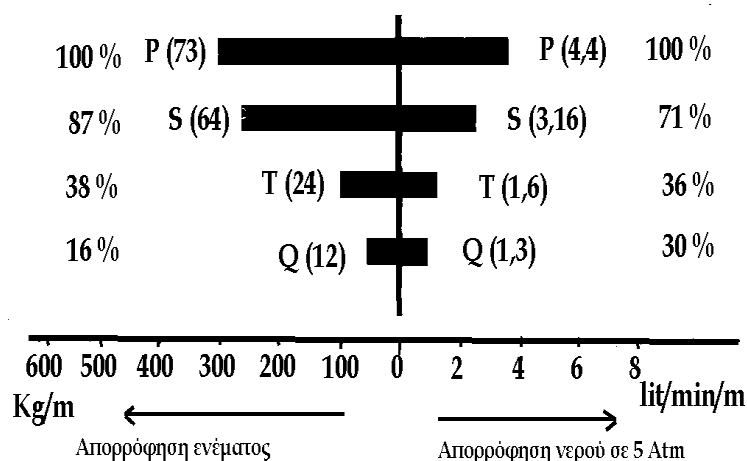
τα πάνω συνήθως σε πεντάμετρα τμήματα και με πιέσεις ίσες κάθε φορά με το βάρος των υπερκειμένων πετρωμάτων.

Ακολουθεί η διάνοιξη σειράς γεωτρήσεων ενδιάμεσα των πρώτων (γεωτρήσεις δεύτερης τάξης), όπου με τον ίδιο τρόπο ελέγχεται η περατότητα με δοκιμές Lugeon, συνήθως σε πεντάμετρα τμήματα και με πέντε βαθμίδες πίεσης.

Αν διαπιστωθεί αυξημένη περατότητα γίνονται τρίτης τάξεως ενέσεις με την ίδια διαδικασία. Κριτήριο για τον τερματισμό μιας ένεσης είναι ο ρυθμός απορρόφησης να είναι μικρότερος από προκαθορισμένη τιμή (σε lit/min) για ορισμένο χρόνο (π.χ. 10 λεπτά).

Η όλη διαδικασία (έλεγχος περατότητας, ενέσεις κλπ) επαναλαμβάνεται πυκνώνοντας τις γεωτρήσεις (γεωτρήσεις τρίτης, τέταρτης πέμπτης κλπ τάξης) μέχρι την επίτευξη της αναγκαίας τιμής περατότητας. Στο Σχήμα 6-3, δίνεται τυπικό παράδειγμα των αθροιστικών τιμών απορροφήσεων νερού (δεξιά) και ενέματος (νερού - τσιμέντου σε αναλογία 3:1) από τσιμεντενέσεις που έγιναν για τη στεγανοποίηση στο Υδροηλεκτρικό έργο των Πηγών Αώου (Καραπαντελάκης, 1989).

Πολλές φορές σε μεμονωμένες εισπιέσεις η επιθυμητή υδροπερατότητα δεν επιτυγχάνεται, αν και οι απορροφήσεις τσιμεντενέματος είναι μηδενικές, υπάρχει δηλαδή “παραμένονσα” περατότητα. Έρευνες για τέτοιες περιπτώσεις έδειξαν ότι στις αποσαθρωμένες ζώνες γεμίζουν με το ένεμα οι κενοί χώροι, καθώς και αυτοί που δημιουργούνται από τη συμπίεση του χαλαρού αυτού εδαφικού υλικού. Όμως οι πόροι του αποσαθρωμένου πετρώματος δεν πληρώνονται.



**Μέσες τιμές απορροφήσεων νερού και ενέματος σε τμήμα συνδετήριου δρόμου στο Υδροηλεκτρικό έργο Πηγών Αώου (Καραπαντελάκης, 1989).**

Γενικά η αναλογία βάρους νερού προς τσιμέντο ποικίλει συνήθως από 5:1 μέχρι 0,5:1, χωρίς να εξαιρούνται και άλλες αναλογίες ακόμα και μέχρι 0,3:1.