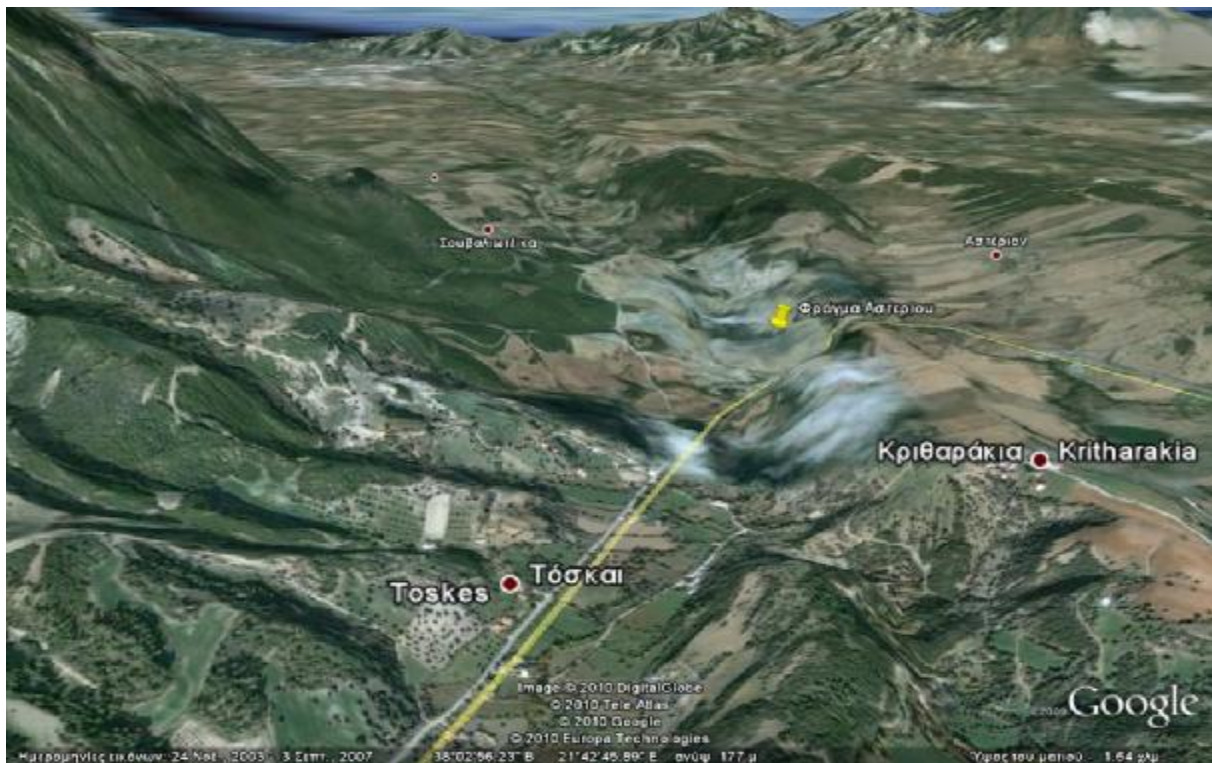


**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΠΕΙΡΟΥ-ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΥ ΣΤΗΝ
ΠΑΤΡΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΦΑΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ΕΩΣ ΚΑΙ ΤΗΝ
ΑΠΟΠΕΡΑΤΩΣΗ ΤΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ
ΟΡΓΑΝΩΝ**



ΕΠΟΠΤΕΥΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ:

ΕΥΘΥΜΙΑΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΛΙΑΠΑΤΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ

ΡΗΓΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΤΡΙΓΓΛΗΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2012

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΓΕΝΙΚΑ	6
1.1 ΜΟΡΦΗ ΧΩΜΑΤΙΝΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ.....	6
1.2 Επιλογή Της Διατομής	6
1.3 Ύψος Φράγματος	7
1.4 Υψόμετρο Του Ταμιευτήρα	8
1.5 Ανύψωση λόγω πλημμύρας (ηπλ).....	9
1.6 Ύψος Κύματος (Ηκ).....	9
1.7 Ελάχιστο ελεύθερο ύψος (ηελ).....	10
1.8 Πλάτος της στέψης	10
1.9 Πλάτος Βάσης.....	10
1.10 Κλίσεις των πρανών	11
1.11 Πυρήνας	13
1.12 Φίλτρα – Μεταβατικές Ζώνες	15
1.13 Προστασία των πρανών	16
1.13.1 Προστασία ανάντι πρανούς	16
1.13.2 Προστασία Κατόντη Πρανούς	17
1.14 Βάθος έδρασης των σωματιών στήριξης.....	17
2. ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ	18
2.1 Φράγμα Αστερίου	18
2.2 Φράγμα Βαλμαδούρας.....	19
2.3 Αγωγός Προσαγωγής	19
3.0 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	20
3.1 Γεωλογικές Συνθήκες.....	20
3.2 Σεισμικότητα	20
4 ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΧΩΜΑΤΙΝΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ	20
4.1 Γενικά.....	20
4.2 Όργανα τύπου IDEL	22
4.3 Ηλεκτρικά Πιεζόμετρα τύπου Δονούμενης Χορδής.....	29
4.4 Κύτταρα Μέτρησης Πίεσης Γαιών	35
4.5 Πιεζόμετρα Τύπου Κατακόρυφου Σωλήνα	39
4.6 Βάθρα Μέτρησης Επιφανειακών Μετακινήσεων	40
4.7 Σύστημα Επιταχυνσιογράφου	46
4.8 Σύστημα Αυτόματης Καταγραφής Στοιχείων Μέτρησης (Data Acquisition System)	47
4.9 Τυπική Διατομή Οργάνων.....	48
4.10 Όργανα Παρακολούθησης.....	49
4.11 Διατομή χ.θ:0+250,00	50
4.12 Διατομή χ.θ:0+370,00	51
4.13 Διατομή χ.θ:0+430,00	52
4.14 Διατομή χ.θ:0+490,00	53
4.15 Διατομή χ.θ:0+560,00	54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
ΣΧΕΔΙΑ	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	84

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Έχοντας ολοκληρώσει πλέον την παρούσα Πτυχιακή Εργασία, αισθανόμαστε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε τους παρακάτω, για την αξιόλογη βοήθεια που μας προσέφεραν :

Τον Εισηγητή και Επιβλέποντα Καθηγητή της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας κο Ευθυμιάδη Ιωάννη για την πολύτιμη βοήθεια που μας προσέφεραν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, τη συνεχή καθοδήγησή του και την υπομονή του.

Το σύνολο των εργαζομένων της εργοληπτικής εταιρείας «Μηχανική Α.Ε» που απλόχερα μας προσέφεραν τα απαιτούμενα στοιχεία, τις γνώσεις τους και την πολύτιμη βοήθεια τους σε όλες τις επιτόπου επισκέψεις μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στο χωμάτινο φράγμα Αστερίου επί του ποταμού Πείρου Παραπείρου στο Νομό Αχαΐας. Κύριος του υδρευτικού έργου «Κατασκευή Φράγματος Πείρου–Παραπείρου στην Πάτρα» και Διευθύνουσα Υπηρεσία είναι το Υπουργείο Ανάπτυξης Ανταγωνιστικότητας, Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων /ΕΥΔΕ-ΟΣΥΕ και Ανάδοχος η εργοληπτική εταιρεία «Μηχανική Α.Ε» με προϋπολογισμό 130 εκατ. Ευρώ.

Το λιθόρριπτο φράγμα θα κατασκευαστεί 20 χιλιόμετρα νοτιότερα από την πόλη της Πάτρας. Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα ορίζεται στο +207,0m και η τελική στέψη του φράγματος στο +215,00m, δηλαδή το συνολικό ύψος του φράγματος θα ανέρχεται στα 75,0m περίπου από τη θεμελίωση. Το πλάτος στέψης του θα είναι 14m και ο συνολικός ωφέλιμος όγκος του ταμιευτήρα θα είναι 40×10^6 κυβικά μέτρα.

Πρόκειται για χωμάτινο φράγμα με αδιαπέρατο αργιλικό πυρήνα ολικού όγκου $6,5 \times 10^6$ κυβικά μέτρα, με ζώνες φίλτρων εκατέρωθεν μεγάλου πάχους και κεκλιμένων στραγγιστήριου στο κατάντη όριο του πυρήνα που καταλήγει σε οριζόντιο στραγγιστήριου στη βάση του κατάντη σώματος αντιστήριξης.

Στα παραρτήματα της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικά σχέδια και φωτογραφίες.

Τα στοιχεία που μας δόθηκαν είχαν σαν σκοπό την πρώτη επίσημη ανασκόπηση τους ως αυριανοί μηχανικοί, το συσχετισμό τους με τις ήδη αποκτηθείσες γνώσεις και την προσπάθεια μας της εκ νέου αξιολόγησης από τα στοιχεία και την ανάδραση που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ξεκίνησε το μήνα Ιούνιο του 2012 και ολοκληρώθηκε το μήνα Σεπτέμβριο. Κατά το χρονικό αυτό διάστημα έγινε αρκετές επισκέψεις στον εργοταξιακό χώρο του φράγματος, όπου τραβήξαμε τις επισυναπτόμενες φωτογραφίες και συλλέξαμε τις απαιτούμενες πληροφορίες από τους υπεύθυνους του εργοταξίου.

Με την κατασκευή του υδρευτικού φράγματος Πείρου – Παραπείρου θα δοθεί οριστική λύση στο πρόβλημα ύδρευσης της Πάτρας και της Βορειοδυτικής Αχαΐας μέχρι το 2035 εξυπηρετώντας 297.390 μόνιμους κατοίκους, 11.200 εποχιακούς κατοίκους, 2 εκατ. επιβάτες που διέρχονται, ετησίως, από το λιμάνι της Πάτρας και την υδροδότηση 4035 στρεμμάτων της Βιομηχανικής Περιοχής Πατρών.

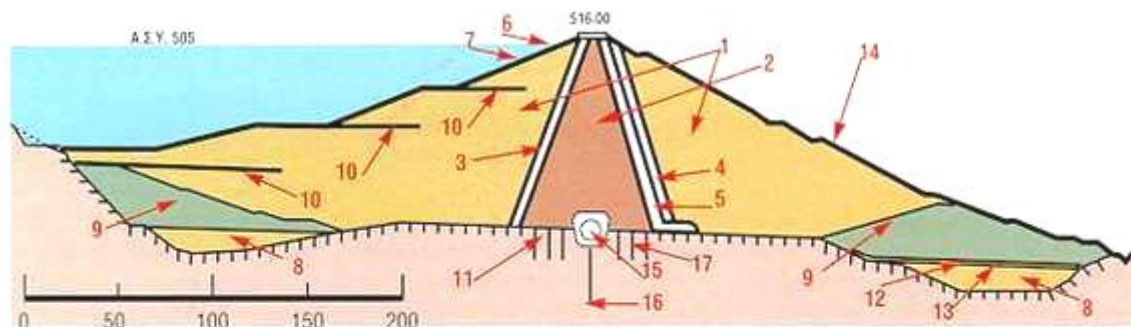
Η εργολαβία του έργου «Κατασκευή Φράγματος Πείρου-Παραπείρου στην Πάτρα» περιλαμβάνει την κατασκευή των Φραγμάτων Αστερίου και Βαλμαδούρας στους ποταμούς Παραπείρο και Πείρο αντίστοιχα καθώς και τα συναφή έργα. Το έργο με το οποίο ασχολείται η παρούσα εργασία είναι η κατασκευή του χωμάτινου φράγματος του Αστερίου το οποίο ξεκίνησε το έτος 2006. Με την αποπεράτωση του φράγματος θα κατακλυστεί το χωριό Τόσκες και ήδη έχουν ολοκληρωθεί στο σύνολο τους οι ενέργειες μετακόμισης των κατοίκων του καθώς και οι απαραίτητες απαλλοτριώσεις.

Τέλος στο παρόν τεύχος παρουσιάζεται και αναλύεται η χρησιμότητα-αναγκαιότητα τοποθέτησης γεωλογικών οργάνων κατά την φάση της κατασκευής του Φράγματος και η ορθή αξιολόγηση των μετρήσεων αυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ

1.1 ΜΟΡΦΗ ΧΩΜΑΤΙΝΟΥ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ

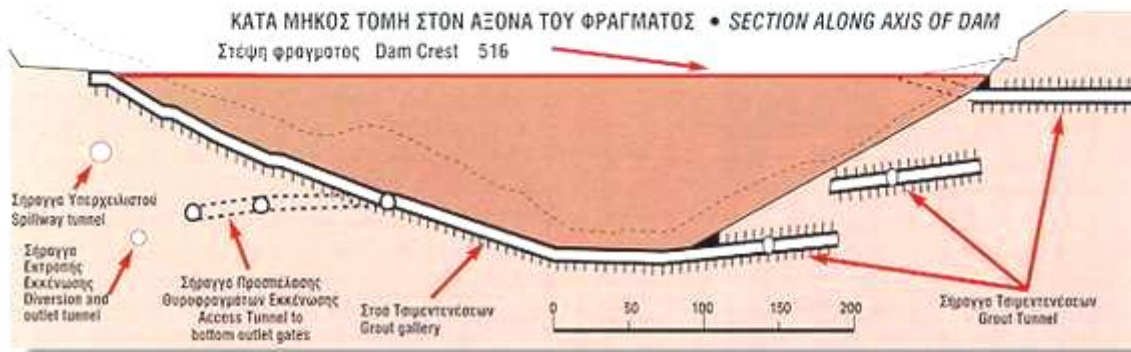
- 1 Σώμα φραγματος από πηλοαίολο
- 2 Πηνίχας φραγματος από αλεσμένο υλικό
- 3 Ζώνη αναμεμιγμένης αναστή
- 4 Ζώνη αναμεμιγμένης κατόπης
- 5 Φίλτρο πυρήνα
- 6 Επεκδισή με λίθος (παχύς 1,00μ.)
- 7 Υαφισή Αβδαρής από διαλεξιμένο υλικό (παχύς 0,60μ.)
- 8 Υποτάμιος αμμοαίολο

- 9 Επίχωρη από suitable βροχιδών εκκαθαρή
- 10 Στραγγιστήρια από χαλκούς
- 11 Προσπεραστική επιφανεία εάρραση πυρήνα
- 12 Φίλτρο στραγγιστικού κατόπης (παχύς 0,50μ.)
- 13 Στραγγιστήρια κατόπης (παχύς 2,00μ.)
- 14 Προσπεραστική κατόπης πρηνούς
- 15 Στόοι ταμειντέστων
- 16 Καμπίνα ταμειντέστων
- 17 Τομειντέστων κατόπης

ΜΕΜΟΡΑΚΙΔΙΟ

- 1 Sand and gravel shell of dam
- 2 Impervious core
- 3 Upstream transition zone
- 4 Downstream transition zone
- 5 Core filter
- 6 Rip - rap (thickness 1,00 m)
- 7 Selected material Rip - rap bedding (thickness 0,60 m)
- 8 Existing riverbed material

- 9 Embankment from suitable excavation
- 10 Gravel filters
- 11 Special preparation of core foundation surface
- 12 Riverbed drain filter (thickness 0,50 m)
- 13 Riverbed drain filter (thickness 2,00 m)
- 14 Downstream slope protection
- 15 Grot gallery
- 16 Grot curtain
- 17 Biskel grouting



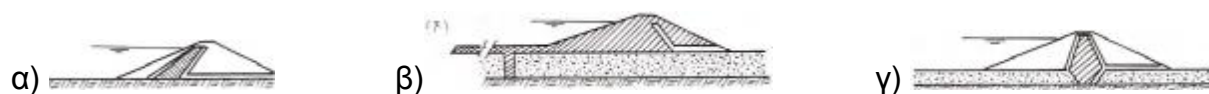
Τυπική διατομή χωμάτινου Φράγματος

1.2 Επιλογή Της Διατομής

Γενικά

Μετά τις διάφορες προκαταρκτικές εργασίες (γεωλογικές έρευνες, εργαστηριακές δοκιμές και αναλύσεις) αποφασίζεται η ακριβής θέση και η μορφή του

φράγμα-τος που θα κατασκευαστεί. Στο σχήμα, δίνονται μερικές τυπικές διατομές χωμάτινων φραγμάτων με διαφορετικές ζώνες και όγκο η καθεμία.



α) Διάφοροι τύποι χωμάτινων φραγμάτων σε διατομή
 (α) Ετερογενές φράγμα με κεκλιμένο πυρήνα σε αδιαπερατό έδαφος
 (β) Ομογενές φράγμα με στραγγιστήρα πάνω σε διαπερατό έδαφος
 (γ) Ετερογενές φράγμα με κεντρικό πυρήνα πάνω σε διαπερατό έδαφος

Η μορφή και οι διαστάσεις της διατομής για ένα συγκεκριμένο έργο εξαρτώνται από τη θεμελίωση και τα διαθέσιμα υλικά κατασκευής. Οι κλίσεις των πρανών είναι συνάρτηση τόσο των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν όσο και της μορφής και θέσης του πυρήνα μέσα στη διατομή. Έτσι με ένα λεπτό κεντρικό πυρήνα (πάχος μικρότερο από μισό ύψος του φράγματος) και καλά συμπυκνωμένο σώμα αποτελούμενο από βραχώδεις εξορύξεις οι κλίσεις των πρανών μπορεί να φτάσουν το 1 : 1,33 (1 κατακόρυφο, 1,33 οριζόντιο). Βεβαία με τέτοια κλίση μόνο λίθινο φράγμα με μεμβράνη από σκυρόδεμα είναι δυνατό να κατασκευαστεί. Για περιπτώσεις μεμβράνης με άσφαλο - σκυρόδεμα η μέγιστη κλίση είναι 1 : 1,7 για να μπορεί να στρωθεί η μεμβράνη.

Για λόγους ασφάλειας από σεισμό, σε σεισμογενείς περιοχές, οι κλίσεις δεν γίνονται πιο απότομες από 1 : 2.

Όπως φαίνεται στο σχήμα, η διαφορά όγκου ανάμεσα σε ένα ομογενές (κλίσεις 1 : 3), ένα ετερογενές (κλίση 1 : 2,5) και ένα λίθινο (κλίση 1 : 1,3) με ύψος $h = 100\text{m}$ κατά μέτρο μήκους είναι:



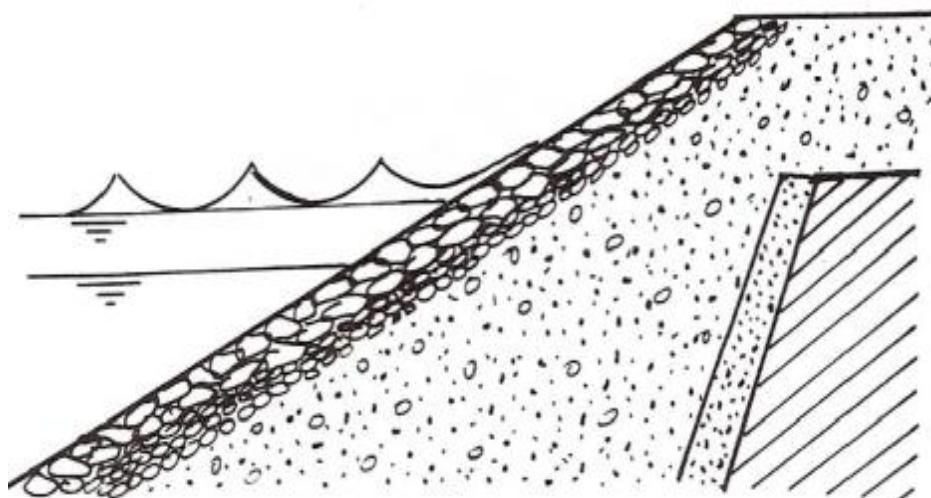
1.3 Ύψος Φράγματος

Ύψος ενός χωμάτινου φράγματος είναι το ύψος από τη θεμελίωση μέχρι τη στέψη του.

Το ύψος των χωμάτινων φραγμάτων συνεχώς αυξάνει τα τελευταία χρόνια. Το πρώτο χωμάτινο φράγμα στα 1850 είχε ύψος 46m ενώ σήμερα έχουμε φτάσει στο

ύψος των 300m και των 325m. Το ενδιαφέρον για όλο και ψηλότερα φράγματα ξεκινάει από το γεγονός ότι:

- Ο όγκος του αποθηκευμένου νερού ανά μέτρο ύψους σε μια τυπική κοιλάδα αυξάνει εξαιρετικά με την αύξηση του ύψους.
- Η παραγωγή ενέργειας μπορεί να αυξηθεί σημαντικά για μεγαλύτερο ύψος φράγματος.
- Η ολική οριζόντια ώθηση του νερού αυξάνει σχεδόν αναλογικά με τον κύβο του ύψους.



Από πλευράς ασφάλειας, η στέψη ενός χωμάτινου φράγματος δεν πρέπει ποτέ και για κανένα λόγο να υπερπηδηθεί από το νερό της λίμνης. Για το λόγο αυτό το υψόμετρο της στέψης (Hστ) προσδιορίζεται από το υψόμετρο του καθρέφτη του ταμιευτήρα (Hτ) , με μια προσαύξηση για την παραλαβή της υπερύψωσης της στάθμης κατά τη διόδευση μιας πλημμυρικής παροχής (κπλ) , του ύψους του κύματος (hk) που προκαλείται από ταυτόχρονο ισχυρό άνεμο και ενός ελάχιστου ελεύθερου ύψους (heλ) πάνω από την ανώτατη πιθανή ανύψωση του νερού σαν όριο ασφάλειας. Μπορούμε δηλαδή να πούμε ότι το υψόμετρο της στέψης (Hστ) είναι ίσο με $H_{στ} = H_{τ} + h_{πλ} + h_k + h_{ελ}$

1.4 Υψόμετρο Του Ταμιευτήρα

Το υψόμετρο της ελεύθερης επιφάνειας του νερού (καθρέφτης) της τεχνητής λίμνης, υπολογίζεται με βάση την ωφέλιμη χωρητικότητα του ταμιευτήρα και το νεκρό του όγκο.

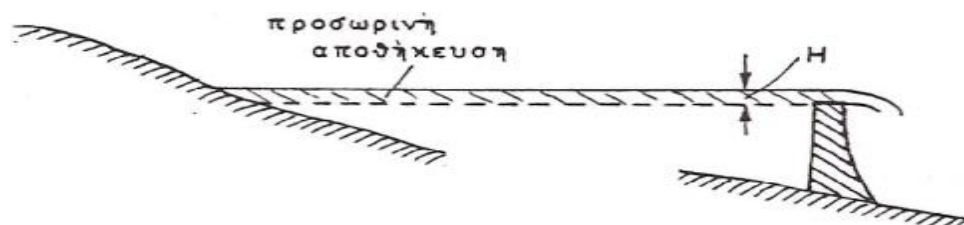
Λέγοντας νεκρό όγκο (Υν) εννοούμε τον όγκο του ταμιευτήρα, που είτε καλύπτεται από νερό είτε κατά ένα μέρος από φερτά, δεν είναι δυνατό ή δεν κρίνεται σκόπιμο να

χρησιμοποιηθεί για έναν από τους σκοπούς για τους οποίους κατασκευάστηκε το φράγμα. Κατά συνέπεια αποτελεί έναν αναξιποίητο, δηλαδή νεκρό όγκο.

Ωφέλιμος όγκος ($V_{\omega\phi}$) είναι ο όγκος του νερού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας, άρδευση ή κάποια άλλη χρήση. Ο υπολογισμός του ωφέλιμου όγκου ($\omega\phi$. χωρητικότητα) ενός ταμιευτήρα είναι έργο σύνθετο, με πολλές παραμέτρους που, για να προσεγγιστεί, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι επιλογής, όπως η μέθοδος του γραμμικού προγραμματισμού, του δυναμικού προγραμματισμού, της στοχαστικής εξομοίωσης κα.

1.5 Ανύψωση λόγω πλημμύρας (hπλ)

Όταν η παροχέτευση μιας πλημμύρας γίνεται δια μέσου ενός ταμιευτήρα, η σταδιακή αποθήκευση μπορεί να προσδιορισθεί από τα τοπογραφικά στοιχεία του ταμιευτήρα, υποθέτοντας οριζόντια την ελεύθερη επιφάνειά του. Η εκροή είναι ανάλογη με το φορτίο H του νερού πάνω από τη διατομή ελέγχου (υπερχείλιση) και η αποθήκευση S είναι συνάρτηση της εκροής.



1.6 Ύψος Κύματος (Hκ)

Τα χωμάτινα φράγματα πρέπει να έχουν αρκετό ελεύθερο ύψος πάνω από τη μέση στάθμη της λίμνης, για να μην υπερπηδούνται από τα κύματα που προκαλεί ο άνεμος.

Η διάρκεια καθώς και η κατεύθυνση του ανέμου αποτελούν σημαντικούς παράγοντες, που επηρεάζουν το ύψος των κυμάτων μιας λίμνης. Οι παράγοντες που διαμορφώνουν και επηρεάζουν τους κυματισμούς είναι πολλοί και δεν αποτελούν αντικείμενο του κεφαλαίου αυτού.

1.7 Ελάχιστο ελεύθερο ύψος (h_{ελ})

Για την προστασία του φράγματος από υπερχείλιση σε περιπτώσεις εξαιρετικού συμβάντος (ταυτόχρονα πλημμύρα, αέρας και σεισμός) ή καθίζησης μεγαλύτερης από όσο αρχικά υπολογίστηκε ή εξαιτίας πιθανής κακής λειτουργίας του υπερχειλι-στή, χρειάζεται η πρόβλεψη ενός ελάχιστου ελεύθερου ύψους.

Σε περιπτώσεις πολύ ψυχρών ή πολύ θερμών και ξηρών κλιμάτων, το ελάχιστο ελεύθερο ύψος πρέπει να είναι πολύ μικρό για να αποφεύγεται η καταστροφή της δομής του φράγματος από παγετό ή η δημιουργία ρωγμών στον πυρήνα εξαιτίας συρρίκνωσης της αργίλου από ξηρασία.

Όταν η επιφάνεια του πρσανούς προβλέπεται επίπεδη και λεία (περιπτώσεις λιθόρριπτων φραγμάτων με μεμβράνη ανάντι), το ελάχιστο ελεύθερο ύψος πρέπει να μπορεί να παραλάβει την ανύψωση του κύματος που γλύφει την επιφάνεια και φτάνει σε ύψος 1,5 φορά το ύψος του κύματος. Όταν αυτό δεν είναι δυνατό, μπορεί να κατασκευαστεί τοίχος για την προστασία από υπερχείλιση των κυμάτων

1.8 Πλάτος της στέψης

Το πλάτος της στέψης ενός χωμάτινου φράγματος εξαρτάται από παράγοντες όπως:

- (1) η φύση των υλικών κατασκευής και η διήθηση του νερού σε κανονική στάθμη του ταμιευτήρα,
- (2) το ύψος και η σπουδαιότητα της κατασκευής,
- (3) η κατασκευή δρόμου κάποιας κατηγορίας,
- (4) τα πιθανά προβλήματα της κατασκευής.

Σαν ελάχιστο πλάτος στέψης θεωρείται το πλάτος για το οποίο η γραμμή κορεσμού μένει μέσα στο σώμα του φράγματος, μακριά από το κατάντη πρσανές.

1.9 Πλάτος Βάσης

Το πλάτος της βάσης ενός φράγματος δεν είναι στοιχείο καθοριστικό αλλά εξαρτάται από τα υπόλοιπα βασικά στοιχεία όπως το ύψος, το πλάτος της στέψης, τις κλίσεις των πρσανών και την πιθανή ύπαρξη παγκινών .

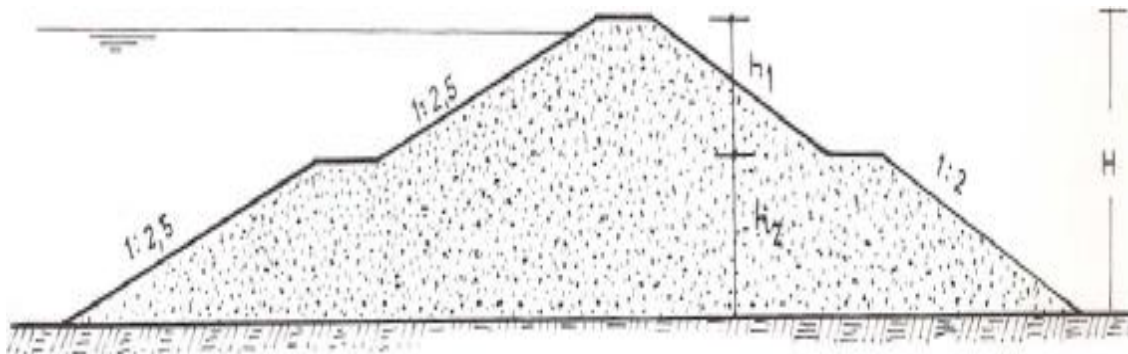
Σε προκαταρκτικό στάδιο το πλάτος μπορεί να προσδιοριστεί από τη σχέση:

$$L = 10 + 5 h$$

L = το πλάτος της βάσης σε m

h = το ύψος του φράγματος σε m

Η σχέση αυτή δεν αποτελεί κανόνα, αλλά δίνει απλά την ελάχιστη διάσταση της βάσης ενός χωμάτινου φράγματος. Συνήθως το πλάτος της βάσης είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό που δίνει η πιο πάνω σχέση, όπως Το υλικό κατασκευής (γωνία εσωτ. τριβής ϕ) επηρεάζει σημαντικά την κλίση των πρανών και αυτή το πλάτος της βάσης. Πέρα όμως από τη συνθήκη ευστάθειας των πρανών το πλάτος πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο, ώστε η γραμμή κορεσμού (φρεάτιος ορίζοντας μέσα στο σώμα του φράγματος) να μην φτάνει στο κατόντη πρανές.



1.10 Κλίσεις των πρανών

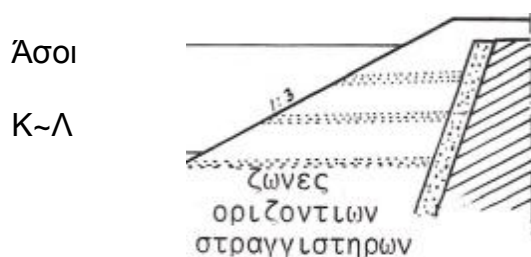
Οι κλίσεις που μπορεί να εφαρμοστούν για την κατασκευή των πρανών σε ένα χωμάτινο φράγμα κυμαίνονται σε αρκετά μεγάλα όρια, εξαρτώμενες από τα χαρακτηριστικά των κατασκευαστικών υλικών που είναι διαθέσιμα, από τις συνθήκες θεμελίωσης και το ύψος του φράγματος.

Με την προϋπόθεση σταθερού εδάφους θεμελίωσης η κλίση του ανάντι πρανούς μπορεί να είναι από 1:2 μέχρι 1:4. Οι πιο συνήθεις τιμές είναι 1:2,5 και σε περιπτώσεις προβλημάτων σταθερότητας 1:3. Σε ύψος λίγο μικρότερο από τη χαμηλότερη στάθμη λειτουργίας κατασκευάζεται παγκίνα που αποτελεί και τη βάση για την επένδυση του ανάντι πρανούς.

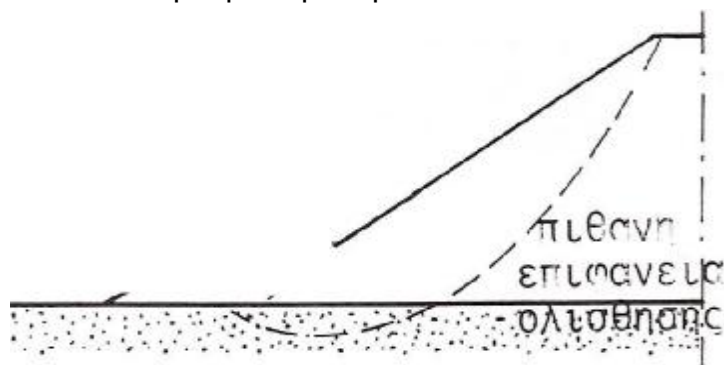
Όταν προβλέπεται από τη λειτουργία του ταμιευτήρα γρήγορη και σημαντική πτώση της στάθμης, το ανάντι τμήμα πρέπει να έχει ζώνες στράγγισης (φίλτρων) ή να είναι έντονα διαπερατό για την απόσβεση της πίεσης των πόρων.

Η ταχύτητα πτώσης της στάθμης του ταμιευτήρα είναι παράγοντας καθοριστικής σημασίας στην ευστάθεια του ανάντι πρανούς.

Όταν η θεμελίωση γίνεται πάνω σε διαπερατά εδάφη, απαιτείται η λήψη μέτρων όπως ανάντι τάπητες για τη μείωση της διήθησης ή οριζόντιοι στραγγιστικοί τάπητες κατόντη. Σε αδύνατα εδάφη θεμελίωσης απαιτείται πρόσθετη κατασκευή σταθεροποιητικών αναχωμάτων στο ανάντι και κατόντη άκρο (πόδι) που αυξάνουν την ευστάθεια του φράγματος.



Οι συνήθεις κλίσεις του κατόντη πρανούς είναι 1:2 όταν το κατόντη τμήμα του σώματος του φράγματος είναι έντονα διαπερατό και 1:2,5 όταν είναι λιγότερο διαπερατό. Οι κλίσεις αυτές εξασφαλίζουν τη σταθερότητα των πρανών με την προϋπόθεση βέβαια ότι το κατόντη τμήμα είναι εφοδιασμένο με στραγγιστήρια και δεν είναι κορεσμένο με νερό.



Για φράγματα ύψους μέχρι 30m και ανάλογα με το υλικό του φράγματος, μπορεί να εφαρμοστούν οι κλίσεις που αναφέρονται στον πίνακα

ΠΙΝΑΚΑΣ

α/α	Υλικό	Ανάντη πρανές οριζόντια	Κατόντη πρανές κατακόρυφα	Οριζόντια	Κατακόρυφα
1	Χαλίκια-Αμμοχάλικο	2,5	1,0	2,0	1,0
2	Άμμος χοντρή	3,0	1,0	2,5	1,0
3	Άμμος λεπτή Λεπτό-Κόκκο χώμα	3,5	1,0	3,0	1,0

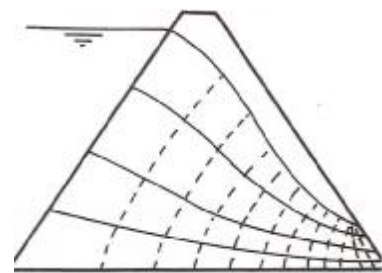
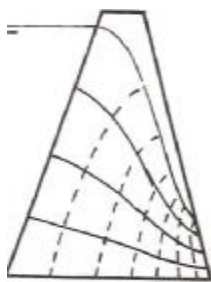
Σε περιπτώσεις παρεμβολής οριζόντιων ζωνών (πάγκοινες) το πλάτος τους κατασκευάζεται μεγαλύτερο από 2,50m. Για την αποφυγή προβλημάτων διάβρωσης από το νερό της βροχής στο εσωτερικό των ζωνών κατασκευάζονται αποχετευτικές τάφροι υπενδεδυμένες με σκυρόδεμα (κατάντη πρανές).

1.11 Πυρήνας

A) Με άργιλο

Πυρήνας χαρακτηρίζεται η ζώνη που κατασκευάζεται στη μέση συνήθως της διατομής και αποτελεί το πιο αδιαπέρατο τμήμα του φράγματος. Περιβάλλεται από άλλες ζώνες οι οποίες τον συγκρατούν και του δίνουν ευστάθεια. Το πιο συνηθισμένο υλικό για την κατασκευή του πυρήνα είναι η άργιλος που στην καθαρή της μορφή είναι υλικό δύσκολα συμπυκνωμένο. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται μίγμα υλικών (π.χ. 20% άργιλος, 30% πηλός και 50% λεπτή άμμος) που δίνει καλύτερα αποτελέσματα συμπύκνωσης.

Το πλάτος του πυρήνα είναι το βασικότερο στοιχείο μελέτης που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και κατά κύριο λόγο από το υλικό κατασκευής. Έτσι για υλικό περισσότερο αργιλώδες ο πυρήνας κατασκευάζεται λεπτότερος (μικρότερη διαπερατότητα, μεγάλη πτώση της γραμμής κορεσμού), ενώ για υλικό με μεγάλη περιεκτικότητα σε άμμο το πλάτος είναι μεγαλύτερο.

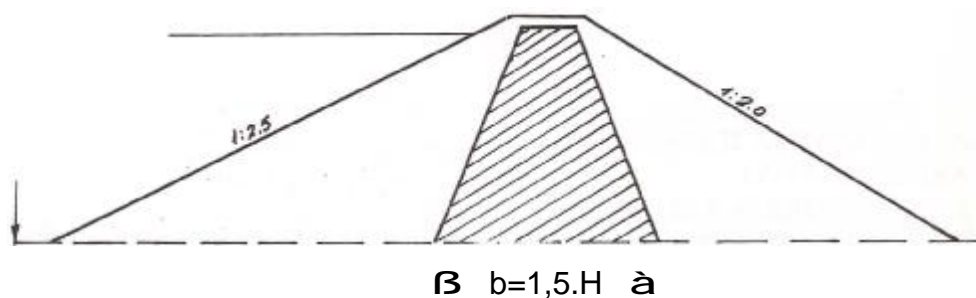


Ένα στοιχείο που επηρεάζει το πλάτος του πυρήνα είναι ο βαθμός διαπερατότητας του εδάφους θεμελίωσης. Γιατί, άσχετα με τα μέτρα που παίρνονται για τη μείωση ή αποφυγή διήθησης, το μεγάλο πλάτος της βάσης του πυρήνα αναγκάζει το διηθούμενο νερό να ακολουθήσει μεγαλύτερο μήκος γεγονός που μειώνει την ποσότητα διήθησης ($q = k \cdot h/L$, L μεγάλο, q μικρό).

Το ελάχιστο πλάτος στη στέψη του πυρήνα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 3m για να μπορεί να συμπυκνωθεί με τα μηχανικά μέσα, ενώ το πλάτος σε οποιοδήποτε

οριζόντιο επίπεδο πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το ύψος του νερού πάνω από το επίπεδο αυτό ($b > h$) ώστε κλίση της πιεζομετρικής γραμμής $CJ=h/b$ να είναι πάντα μικρότερη από τη μονάδα. Οι μεγάλες κλίσεις της Π.Γ. δημιουργούν ισχυρές δυνάμεις διήθησης και αυτές δημιουργούν με τη σειρά τους την ανάγκη ύπαρξης ζωνών φίλτρων πολύ καλής ποιότητας, που για μικρά φράγματα δεν είναι ούτε εύκολο ούτε οικονομικό. Πέρα όμως από τα προβλήματα αυτά οι λεπτοί πυρήνες διατρέχουν τον κίνδυνο ρηγμάτωσης, οπότε η ανάγκη ύπαρξης πολύ καλών φίλτρων κρίνεται απαραίτητη.

Ο Η. Thomas εξαρτά το πλάτος από το υλικό κατασκευής, θεωρεί όμως ότι, κάτω από κανονικές συνθήκες, το πλάτος σε οποιοδήποτε οριζόντιο επίπεδο πρέπει να είναι μιάμιση φορά το ύψος του νερού πάνω από το επίπεδο αυτό



Συνήθης τιμή πλάτους πυρήνα στη βάση είναι $0,5.H$ στα έργα που μελετάει η ΔΕΗ. Η διαπερατότητα του πυρήνα δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10^{-5}cm/s ή 10^{-7}m/s .

Ο πυρήνας ενός φράγματος δεν είναι απαραίτητο να βρίσκεται στο μέσο της διατομής και να είναι κατακόρυφος. Η θέση του στη διατομή εξαρτάται από τον τύπο του υλικού, τον όγκο του, την οικονομία και την ευκολία κατασκευής, το έδαφος θεμελίωσης και την πιθανότητα ρηγμάτωσης.

Η μετακίνηση του πυρήνα προς τα ανάντι φαίνεται να παρουσιάζει οικονομικά πλεονεκτήματα, γιατί το μεγαλύτερο μέρος του όγκου του φράγματος κατασκευάζεται ευκολότερα και ανεξάρτητα από τις άλλες ζώνες. Πέρα όμως από αυτό ο κεκλιμένος πυρήνας αφήνει όλο το κατάντη σώμα του φράγματος ξερό, γεγονός που δεν δημιουργεί προβλήματα πίεσης πόρων, ανομοιόμορφης συμπεριφοράς και διαφορετικών καθιζήσεων κατά ζώνες, όπως συμβαίνει στην περίπτωση κατακόρυφου πυρήνα. Τότε λόγω διαφορετικής συμπύκνωσης και ιδιοτήτων των γειτονικών ζωνών

παρουσιάζονται διαφορετικές καθιζήσεις κατά ζώνες, γεγονός που δημιουργεί ρηγματώσεις παράλληλες με τον άξονα του φράγματος.

Σε περιπτώσεις κεκλιμένου πυρήνα είναι σκόπιμο το σώμα του φράγματος να κατασκευάζεται αρκετά πριν από τον πυρήνα έτσι που, όταν κατασκευάζεται ο πυρήνας, να έχει ήδη υποστεί το σώμα τη μεγαλύτερη δυνατή συμπύκνωση και καθίζηση, ώστε να μην επηρεάσει την επίστρωση του πυρήνα. Με αυτό το σκεπτικό ο πυρήνας είναι σκόπιμο να τοποθετείται όσο πιο κοντά στο ανάντι πρανές, χωρίς να παραβλέπονται τα προβλήματα από μια γρήγορη πτώση της στάθμης.

Η κατασκευή κατακόρυφου πυρήνα παρουσιάζει μεγαλύτερη ευστάθεια σε περίπτωση σεισμικής καταπόνησης και οι ρηγματώσεις που πιθανόν να προκληθούν από σεισμό είναι μειωμένης σημασίας.

Για την κατασκευή του πυρήνα ελέγχεται η υγρασία στους αεροθαλάμους και υπολογίζεται η απαιτούμενη ποσότητα διαβροχής που χρειάζεται. Το υλικό μεταφέρεται με φορτηγά και διαστρώνεται σε στρώσεις των 25-30cm. Όταν ο καιρός είναι ζεστός, συνήθως η επιφάνεια κάθε στρώσης καταβρέχεται για να αποκτήσει τη βέλτιστη υγρασία, ενώ σε περιπτώσεις ισχυρών βροχοπτώσεων οι εργασίες στον πυρήνα διακόπτονται. Μετά τη στρώση, το υλικό συμπιέζεται με διαδοχικές διαβάσεις μηχανημάτων συμπύκνωσης (κασικοπόδαρα , δονούμενος οδοστρωτήρας κλπ).

1.12 Φίλτρα – Μεταβατικές Ζώνες

Σκοπός ενός φίλτρου είναι να επιτρέπει στο νερό των πόρων να διαφεύγει από την επιφάνεια της ζώνης με τη μικρή διαπερατότητα (αργιλικός πυρήνας) χωρίς να μεταφέρει εδαφικούς κόκκους. Ο κλασικός νόμος του Terzaghi και οι παραλλαγές του, που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό των φίλτρων, στηρίζονται στο μέγεθος του κόκκου τόσο του πυρήνα όσο και του φίλτρου. Το μέγεθος των κόκκων ενός φίλτρου εκλέγεται έτσι ώστε τα κενά τους να είναι μικρότερα από τον μικρότερο κόκκο της ζώνης που προστατεύεται.

Η προστασία ενός αργιλικού πυρήνα θα απαιτούσε ένα εξαιρετικά λεπτόκοκκο φίλτρο που με τη σειρά του θα απαιτούσε για προστασία ένα χοντρόκοκκο φίλτρο και έτσι θα δημιουργούνταν μια σειρά διαδοχικών φίλτρων για να προστατευθεί ο πυρήνας από τη έκπλυσή του μέσα από τα κενά που αφήνουν οι κροκάλες και πέτρες του σώματος του φράγματος.

1.13 Προστασία των πρανών

1.13.1 Προστασία ανάντι πρανούς

Το ανάντι πρανές ενός φράγματος πρέπει να προστατευθεί από την καταστροφική ενέργεια των κυμάτων της λίμνης. Συνήθης τρόπος προστασίας είναι η επιφανειακή επένδυση με μεγάλες πέτρες είτε φύδρην-μίγδην (rip-rap) είτε με χειρόθετη λιθένδυση χωρίς να αποκλείεται η επένδυση με σκυρόδεμα.

Η επένδυση πρέπει να αρχίζει από το ύψος της στέψης και να φτάνει λίγο χαμηλότερα από την κατώτατη στάθμη λειτουργίας του ταμιευτήρα. Σε πολλές περιπτώσεις το βάθος της επένδυσης φτάνει μέχρι την ανάντι παγκίνα.

Η επένδυση με λιθορριπή φύδρην-μίγδην έχει αποδειχθεί η πιο αποτελεσματική και φτηνή λύση.

Από έρευνες στις ΗΠΑ αποδείχθηκε ότι:

1. Λιθορριπή φύδρην-μίγδην απέτυχε στο 5 % των περιπτώσεων που εφαρμόστηκε εξαιτίας του λανθασμένου μεγέθους των λίθων.
2. Χειρόθετη λιθένδυση απέτυχε στα 30% των περιπτώσεων που εφαρμόστηκε.
3. Σκυρόδετη επένδυση απέτυχε στα 35 % των περιπτώσεων που εφαρμόστηκε

Όταν η πηγή λήψης των λίθων βρίσκεται μακριά από τη θέση του έργου και ιδίως όταν δεν απαιτούνται μεγάλες ποσότητες, η λύση της χειρόθετης λιθένδυσης είναι συνήθως πιο οικονομική παρά το υψηλό κόστος των εργατικών, γιατί απαιτεί μικρότερο πάχος επένδυσης.

Η αποτελεσματικότητα της λιθορριπής φύδρην-μίγδην εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

1. Την ποιότητα του βραχώδους υλικού, που πρέπει να είναι σκληρό, ανθεκτικό και να μη διαβρώνεται από τη μακροχρόνια έκθεσή του σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες.
2. Το βάρος και μέγεθος των λίθων, που πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να μην επιτρέπει μετακινήσεις εξαιτίας των κυμάτων.
3. Το πάχος της επένδυσης, που πρέπει να είναι αρκετό ώστε οι πέτρες να κάθονται καλά και να συμπλέκονται μεταξύ τους, για να μην επηρεάζονται από τα κύματα. Το Bureau of Reclamation των ΗΠΑ προτείνει σαν βέλτιστο πάχος στρώσης το 1m.
4. Το σχήμα των λίθων, που δεν πρέπει να είναι στρογγυλεμένο.
5. Την κλίση του πρανούς όπου θα γίνει η επένδυση.

6. Την ευστάθεια και αποτελεσματικότητα του φίλτρου πάνω στο οποίο θα πατήσει η επένδυση.

Η χειρόθετη λιθένδυση γίνεται με πέτρες επιλεγμένες και προσεκτικά τοποθετημένες κατά ένα προσδιορισμένο τρόπο με ένα ελάχιστο χώρο κενών και με την άνω επιφάνειά τους σχεδόν λεία. Στρογγυλές ή ακανόνιστου σχήματος πέτρες δεν δίνουν καλή σύμπλεξη. Η ποιότητά τους πρέπει να είναι εξαιρετική και το πάχος της επένδυσης όχι περισσότερο από 0,50m, αλλά και με κανένα τρόπο μικρότερο από 0,20m. Η χειρόθετη λιθένδυση πρέπει να πατάει πάνω σε στρώμα φίλτρου.

1.13.2 Προστασία Κατάντη Πρανούς

Αν το κατάντη σώμα του φράγματος συνίσταται από βραχώδες υλικό, δεν χρειάζεται ειδική προστασία το πρανές. Όταν όμως το κατάντη σώμα αποτελείται από άμμο ή χαλίκια ή αμμοχάλικο ποταμού, τότε η επιφάνεια χρειάζεται επένδυση για να προφυλαχθεί από τη διάβρωση του αέρα και της βροχής.

Σε περιοχές υγρές, με συχνές βροχές, η προστασία γίνεται με φύτευση που όμως πολλές φορές έχει δημιουργήσει προβλήματα, γιατί αποτελεί ιδανικό τόπο φωλιάς τρωκτικών τα οποία με τις τρύπες που ανοίγουν, σε μεγάλο πολλές φορές μήκος, θέτουν σε κίνδυνο διασωλήνωσης το φράγμα. Η καλύτερη λύση είναι η λιθορριπή με πάχος 0,15-0,40μ. Για μεγάλα ύψη παρεμβάλλονται οριζόντια τμήματα (μάγκωνες) που μαζεύουν το νερό και το απομακρύνουν.

1.14 Βάθος έδρασης των σωμάτων στήριξης

Για την έδραση των σωμάτων στήριξης προτείνεται η αφαίρεση των ποτάμιων αποθέσεων των αργιλικών αναβαθμιδών διότι συνιστούν οριζόντιες επιφάνειες χαμηλής διατμητικής αντοχής. Ομοίως συνιστάται και η απομάκρυνση των αμμοχάλικων της κοίτης που, μετά από επεξεργασία, μπορούν να δώσουν υλικό στραγγιστηριών, φίλτρων και στρώσεων επιφανειακής προστασίας. Το μέσο βάθος εκσκαφής στην περιοχή της κοίτης εκτιμάται σε 5m περίπου.

Επίσης συνιστάται στα αντερείσματα η απομάκρυνση του εδαφικού μανδύα του φλύσχη, που κατά θέσεις έχει μεγάλο πάχος. Δεν θεωρείται απαραίτητη η συνολική απομάκρυνση του επιφανειακού κερματισμένου φλύσχη παρά μόνον τοπικώς, όπου

εμφανίζεται έντονα αποσαθρωμένος. Το μέσο βάθος εκσκαφής για την θεμελίωση των αντερεισμάτων εκτιμάται σε 4 m περίπου.

2. ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

Η περιοχή του υπό μελέτη φράγματος Αστερίου, του φράγματος εκτροπής Βαλμαδούρας και του αγωγού προσαγωγής, βρίσκεται στην ΒΔ Αχαΐα και συγκεκριμένα στο χώρο που οροθετείται από τα βουνά του Ερύμανθου στα Ν και ΝΑ, την πεδιάδα του ποταμού Παραπείσου στα Δ, τον Πατραϊκό Κόλπο στα ΒΔ και την πόλη της Πάτρας στα Β.

2.1 Φράγμα Αστερίου

Η προβλεπόμενη θέση του φράγματος Αστερίου, απέχει 12.5 Km από την παραλία Καμινιών -Τσουκαλαϊκών και βρίσκεται περί τα 20 Km νότια της πόλης της Πάτρας. Συγκεκριμένα, το φράγμα σχεδιάστηκε να κατασκευασθεί σε φυσική στένωση του ποταμού Παραπείσου, σε απόσταση περί τα 700 m κατάντη της γέφυρας Αστερίου της Εθνικής Οδού Πάτρας - Τρίπολης.

Η ανώτατη στάθμη λειτουργίας του δημιουργούμενου ταμιευτήρα ορίζεται στο +207,00m και η τελική στέψη του φράγματος στο +215,00 (συνολικό ύψος φράγματος 75m περίπου). Προβλέπεται πλευρικός υπερχειλιστής (Μήκος πλευρικού υπερχειλιστή 50 m, στάθμη κατωφλίου στο +207,00, παροχή σχεδιασμού έργων υπερχειλιστή $1.550\text{m}^3/\text{sec}$) με διώρυγα φυγής και κάδο εκτίναξης για την καταστροφή της κινητικής ενέργειας του νερού στο δεξί αντέρεισμα, και σήραγγα εκτροπής-υδροληψίας στο αριστερό αντέρεισμα.

Σύμφωνα με την προμελέτη, πρόκειται για χωμάτινο φράγμα με παχύ κεντρικό πυρήνα, με ζώνες φίλτρων εκατέρωθεν μεγάλου πάχους και κεκλιμένο στραγγιστήριο στο κατάντη όριο του πυρήνα που καταλήγει σε οριζόντιο στραγγιστήριο στη βάση του κατάντη σώματος αντιστήριξης. Και στα δύο πρηνή του φράγματος (ανάντη και κατάντη) προβλέπεται η κατασκευή οριζόντιας αναβαθμίδας. Με βάση τα στοιχεία της Προμελέτης η κλίση του ανάντη πρηνούς ορίζεται 1:3 (υ:β) για το τμήμα ανάντη της αναβαθμίδας και 1:3.25 (υ:β) για το κατάντη της αναβαθμίδας τμήμα. Η κλίση του κατάντη πρηνούς προβλέπεται ενιαία ίση με 1:2,75 (υ:β).

Για το πυρήνα προβλέπονται να χρησιμοποιηθούν υλικά, εφ' όσον κριθούν επαρκή και κατάλληλα, του μανδύα εξαλλοίωσης του ιλυολίθου που απαντώνται στα πρανή της κοιλάδας και αργιλοιλυώδη υλικά των άνω στρώσεων των ποτάμιων αναβαθμίδων που αναπτύσσονται εκατέρωθεν της κοίτης του π. Παραπείσου στην περιοχή του φράγματος. Για τα εκατέρωθεν σώματα αντιστήριξης θα χρησιμοποιηθούν υλικά υγιούς ιλυόλιθου και ενδεχομένως και υλικά του μανδύα εξαλλοίωσης των ιλυολίθων. Ο συνολικός όγκος του φράγματος ανέρχεται σε $6,5 \times 10^6 \text{ m}^3$

Για τα φίλτρα και τα στραγγιστήρια θα χρησιμοποιηθούν, εφ' όσον κριθούν κατάλληλα, ιλυώδη αμμοχάλικα της κοίτης του ποταμού. Για την προστασία του κατάντη πρανούς μπορεί να χρησιμοποιηθούν κροκάλες αμμοχάλικων του ποταμού και για την προστασία του ανάντη διερευνάται η καταλληλότητα των προϊόντων θραύσης των υπάρχοντων πάγκων κροκαλοπαγών του φλύσχη. Σε αντίθετη περίπτωση θα χρησιμοποιηθούν υλικά λατομείου. Οι ζώνες προστασίας των εξωτερικών παρειών του σώματος του φράγματος εδράζονται σε κατάλληλες ζώνες μεταβατικού υλικού.

Για την κατασκευή των σκυροδεμάτων θα χρησιμοποιηθούν, εφ' όσον κριθούν κατάλληλα, τα αμμοχάλικα της κοίτης του ποταμού ή και φυσικά πετρώματα.

2.2 Φράγμα Βαλμαδούρας

Η προβλεπόμενη θέση του φράγματος εκτροπής Βαλμαδούρας, βρίσκεται περίπου 15.5 Km από την παραλία Βραχναΐικων και 3.5 Km ΝΑ του οικισμού Χαλανδρίτσα. Συγκεκριμένα, σχεδιάστηκε να κατασκευασθεί στον ποταμό Πείρο, σε μικρή απόσταση προς τα ανάντη της συμβολής του με το ρέμα Βορίλα.

Πρόκειται για υπερπηδητό χαμηλού ύψους φράγμα από σκυρόδεμα, μήκους στέψης 60 m, καθώς και πλευρική υδροληψία στο δεξί αντέρεισμα, που θα λειτουργεί με υπερχείλιση προς τη διώρυγα απαγωγής.

2.3 Αγωγός Προσαγωγής

Ο αγωγός προσαγωγής, εκτείνεται σε μια απόσταση 10.5 Km μεταξύ του φράγματος εκτροπής στη θέση Βαλμαδούρα και του κυρίως φράγματος στη θέση Αστέρι.

3.0 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

3.1 Γεωλογικές Συνθήκες

Το γεωλογικό υπόβαθρο της θέσης του φράγματος Αστερίου αποτελείται από γεωλογικούς σχηματισμούς που εντάσσονται στην τεκτονική ενότητα Γαβρόβου, ενώ αντίστοιχα το υπόβαθρο στην περιοχή θεμελίωσης του φράγματος Βαλμαδούρας, ανήκει στην ενότητα της Πίνδου.

Το φράγμα στη θέση Αστέρι θεμελιώνεται στην κοίτη και τα αντερρείσματα στους σχηματισμούς του φλύσχη, οι οποίοι αποτελούνται κατά κύριο λόγο από αργιλικούς ιλυολίθους. Παρά τη σαφή επικράτηση των ιλυολίθων του φλύσχη, τα στρώματα αυτά τοπικώς περιλαμβάνουν διαστρώσεις ψαμμιτών και ενίοτε στρώματα κροκαλοπαγών ποικίλης συνεκτικότητας.

Επιφανειακά ο φλύσχος καλύπτεται από ακολουθιακά υλικά στην κοίτη, που περιλαμβάνουν αμμοχάλικα και κροκάλες ποικίλης σύστασης και μεγέθους και από υλικά του μανδύα αποσάθρωσης στα αντερρείσματα, που αποτελούνται από αργιλοϊλυώδη υλικά της αποσάθρωσης των ιλυολίθων καθώς και κομμάτια υγιούς ιλυολίθου, ψαμμιτών και σαθρών κροκαλοπαγών.

3.2 Σεισμικότητα

Από πλευράς σεισμικότητας, η περιοχή του έργου σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΝΕΑΚ) ανήκει στη ζώνη III σεισμικής επικινδυνότητας με συντελεστή σεισμικής επιτάχυνσης $\alpha = 0,24$.

4 ΟΡΓΑΝΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΧΩΜΑΤΙΝΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

4.1 Γενικά

Η ποιότητα των θεμελίων του Φράγματος είναι από τα πιο σημαντικά που πρέπει να μελετηθούν με κάθε λεπτομέρεια, ώστε να είναι ικανά να δεχθούν τις τεράστιες πιέσεις τόσο του ιδίου του Φράγματος, όσο και του νερού, αλλά να μην έχουν άλλα γεωλογικά προβλήματα(ρήγματα, ζώνες διατμήσεις κ.τ.λ.) ή να

περιέχουν υλικά που είναι εύκολα σε διάβρωση και δημιουργούν συνθήκες αποσύνθεσης μετά το γέμισμα του ταμιευτήρα.

Ήτοι σκοπός της τοποθέτησης γεωτεχνικών οργάνων σε ένα Φράγμα είναι η παρακολούθηση της συμπεριφοράς του χωμάτινου όγκου, που αποτελείται από υλικά με διαφορετικά φυσικά χαρακτηριστικά και ο τρόπος αντίδρασής τους διαφοροποιείται λίγο ή πολύ κάτω από τις συνθήκες κατασκευής και λειτουργίας του Φράγματος (παρακολούθησης της μηχανικής συμπεριφοράς κατά το στάδιο της κατασκευής, διάγνωση κάποιου προβλήματος, επιβεβαίωση της μακροπρόθεσμης τεχνικής επάρκειας του έργου). Πέραν όμως από τις συγκεκριμένες πληροφορίες η τοποθέτηση των οργάνων βοηθάει στην επαύξηση της τεχνικής εμπειρίας με τη γνώση του τι συμβαίνει μέσα στο σώμα ενός φράγματος και δίνει στοιχεία για την νομική κάλυψη σε περίπτωση κάποιας αστοχίας.

Συγκεκριμένα, με την βοήθεια των οργάνων μετρούνται οι παρακάτω κύριες παράμετροι:

πίεση του νερού των πόρων
επιφανειακές Μετακινήσεις
φορτία
επιμηκύνσεις
δονήσεις

Ο τύπος, ο αριθμός και η κατανομή τους εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της κοιλάδας (στενή με απότομες πλαγιές, απότομες αλλαγές στη γεωμετρία της θεμελίωσης κτλ). Τα όργανα μπορεί να είναι από απλά γεωδαιτικά σταθερά μέχρι σύνθετα συστήματα ελέγχου των τάσεων, πίεσης πόρων, σεισμικών καταπονήσεων, κτλ. Από την άλλη πλευρά ο αριθμός και η κατανομή των οργάνων εξαρτάται από :

- τα ειδικά προβλήματα που αναμένεται να εμφανιστούν κατά ή μετά την κατασκευή και πρέπει να προβλεφθούν και να ελέγχουν.
- την ανάγκη να γίνει σωστή η κατάσταση που επικρατεί στο εσωτερικό του φράγματος και να συσχετιστεί με τα αποτελέσματα της αριθμητικής ανάλυσης.

Για να αποδοθεί η εικόνα των αναπτυσσόμενων τάσεων ή παραμορφώσεων μέσα στο φράγμα πρέπει τα όργανα να διαταχθούν σε δύο επίπεδα. Το ένα στη μέγιστη διατομή, όπου αναμένεται να εμφανιστούν και οι μέγιστες παραμορφώσεις και το άλλο κάθετα στο πρώτο, πάνω ή παράλληλα στον άξονα του Φράγματος.

Συγκεκριμένα στο εν θέματα Φράγμα και προκειμένου να επιτευχθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα του έργου τόσο κατά την φάση κατασκευής του, όσο και κατά την μετέπειτα πορεία αυτού, τοποθετούνται, σύμφωνα με τα Συμβατικά Σχέδια μια πλειάδα Οργάνων. Τα όργανα αγοράζονται πάντα από ειδικευμένους στον τομέα αυτό Κατασκευαστές εξοπλισμού και είναι πάντα σύμφωνα με τις απαιτήσεις των τελευταίων σχετικών Προδιαγραφών. Για κάθε είδος και τύπο του εξοπλισμού οργάνων υποβάλλεται στην Διευθύνουσα Υπηρεσία ένας κατάλογος πληροφοριών σχετικά με το όνομα του Κατασκευαστή, τη χώρα προέλευσης, αναλυτικά οι ποσότητες και τα εξαρτήματα που θα απαιτηθούν, μαζί με τα εγχειρίδια οδηγιών, κατάλογος έργων όπου έχει τοποθετηθεί τέτοιος εξοπλισμός συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου εγκατάστασης, καθώς και συναφή στοιχεία που να παρέχουν ικανοποιητική απόδειξη της επάρκειας του εξοπλισμού. Όλες αυτές οι πληροφορίες υπόκεινται στην έγκριση της Δ.Υ.

4.2 Όργανα τύπου IDEL

Τα Όργανα τύπου IDEL χρησιμοποιούνται για συνδυασμένη μέτρηση των πλευρικών μετακινήσεων –αποκλίσεων (οριζόντια μετακίνηση) και των καθιζήσεων (κατακόρυφη εσωτερική καθίζηση) και προορίζονται να εγκατασταθούν στο ανάχωμα του Φράγματος. Αποτελούνται από ομοίωμα διαξονικής τορπίλης κλισιμέτρου που εγκιβωτίζει δύο επιταχυνσιόμετρα τύπου εξισορρόπησης δύναμης. Η τορπίλη κλισιόμετρου κινείται κατά μήκος καθοδηγητικών σωλήνων (τηλεσκοπική σωλήνωση) αλουμινίου και συνδέεται με τύμπανο εφοδιασμένο με πολύκλωνο βαθμονομημένο καλώδιο διακοσίων μέτρων, θωρακισμένο, προστατευμένο έναντι διάβρωσης και οπλισμένο με χαλύβδινο συρματόσκοινο στο κέντρο, με συσκευή ανάγνωσης μετρήσεων ταυτόχρονης διπλής ένδειξης. Η συσκευή ανάγνωσης των μετρήσεων απεικονίζει ταυτόχρονα και τους δύο άξονες χωρίς χρησιμοποίηση διακόπτη και

τροφοδοτείται από επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, ώστε να επιτυγχάνεται η συνεχής λειτουργία. Είναι δε τοποθετημένη σε μόνιμη, καλής εφαρμογής, ανθεκτική θήκη, εύκολη στη μεταφορά της και ένα ανθεκτικό σε τρανταγμούς κιβώτιο μεταφοράς το οποίο περιλαμβάνει την τορπίλη κλισιόμετρου σε θήκη, το τύμπανο καλωδίου και την συσκευή ανάγνωσης των μετρήσεων. Το σύστημα περιλαμβάνει επιπρόσθετα και σταθερούς μαγνήτες προσαρμοσμένους στις πλάκες ένδειξης από αλουμίνιο για την μέτρηση της κατακόρυφης μετακίνησης των τοποθετημένων πλακών ένδειξης. Η κατακόρυφη μετακίνηση προσδιορίζεται από την μεταβολή της απόστασης μεταξύ των σταθερών μαγνητών και κάθε πλάκας ένδειξης. Η θέση των μαγνητών προσδιορίζεται κατά την κίνηση της τορπίλης μέτρησης κατακόρυφης μετακίνησης στον καθοδηγητικό σωλήνα και είναι συνδεδεμένη με καλώδιο μήκους διακοσίων μέτρων. Ο εντοπισμός των μαγνητών επισημαίνεται από σήματα λαμπτήρα και βομβητή.

Για τα όργανα τύπου IDEL του Φράγματος Αστερίου προβλέπεται συμβατικά η εγκατάσταση τηλεσκοπικών σωλήνων κλισιομέτρου από αλουμίνιο και μαγνητικών δακτυλίων, αντί των συνήθων πλαστικών σωλήνων κλισιομέτρου από ABS. Όμως από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 και μετά την ευρεία διάδοση του υλικού ABS οι σωλήνες αλουμινίου δεν χρησιμοποιούνται σε κλισιομετρικές στήλες γενικώς, γιατί μειωνεκτούν σημαντικά όσον αφορά την αντοχή τους σε διάβρωση από τα υπόγεια νερά και από την επαφή τους με τσιμεντένεμα, παρουσιάζουν μειωμένη (σε σχέση με το ABS) ευκαμψία χωρίς να υποστούν παραμόρφωση. Επίσης πέραν των επιπτώσεων της διάβρωσης, υπάρχει και το ενδεχόμενο της απομείωσης του μαγνητικού πεδίου των δακτυλίων. Έτσι κρίθηκε απαραίτητη η χρήση συστημάτων οργάνων τύπου IDEL κατακορύφου τύπου με σωλήνες ABS.

Συνολικά στο Φράγμα Αστερίου έως σήμερα έχουν τοποθετηθεί εννέα (9) Καθιζήσιμετρα για την μέτρηση κατακορύφων καθιζήσεων και εννέα (9) Κλισιόμετρα για την μέτρηση οριζόντιων μετακινήσεων.

Η εγκατάσταση του συστήματος ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

- Ορύσσεται η γεώτρηση στο επιθυμητό βάθος και 50εκ. επιπλέον. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου τα τοιχώματα δεν παραμένουν στην θέση τους, οπότε η γεώτρηση σωληνώνεται.

- Πλένεται η γεώτρηση με νερό μέχρι να καθαρίσει.
- Ελέγχεται το βάθος της γεώτρησης και η διάμετρος αυτής κυμαίνεται μεταξύ 130-150mm.
- Λαμβάνεται ο σωλήνας αναφοράς του πυθμένα, ο οποίος είναι ήδη προετοιμασμένος από τον κατασκευαστή μαζί με τον μαγνητικό δακτύλιο αναφοράς, προσαρμόζεται εξωτερικά ο πλαστικός σωλήνας, ο οποίος χρησιμοποιείται για το τσιμεντάρισμα της στήλης και κατεβάζεται στην γεώτρηση.
- Στην συνέχεια συνδέονται διαδοχικά με τους ειδικούς τηλεσκοπικούς συνδέσμους οι υπόλοιποι σωλήνες τοποθετώντας εξωτερικά στο μέσον περίπου του κάθε σωλήνα και από έναν μαγνητικό δακτύλιο, στερεωμένο με ταινία. Παράλληλα στερεώνεται εξωτερικά στον κάθε σωλήνα και ο σωλήνας τσιμενταρίσματος.
- Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρις ότου η στήλη ακουμπήσει στον πυθμένα της γεώτρησης.
- Ανασύρεται η σωλήνωση της γεώτρησης.
- Αρχίζει η διοχέτευση τσιμενταρίσματος μέσα από τον σωλήνα, μέχρις ότου φθάσει στην κορυφή της γεώτρησης. Η αναλογία του τσιμεντενέματος θα πρέπει να δίνει αντοχή παραπλήσια με το υλικό του πυρήνα. Το εργαστήριο που βρίσκεται στο εργοτάξιο του Φράγματος καθορίζει την αναλογία κατά βάρος σε νερό, τσιμέντο, μπετονίτη, σύμφωνα με τις ιδιότητες του πυρήνα.
- Η λήψη των μετρήσεων αναφοράς γίνεται με την στερεοποίηση του τσιμεντενέματος.
- Η συνέχιση της κατασκευής της στήλης μέσα στο ανάχωμα γίνεται με την επέκταση των σωλήνων και την τοποθέτηση μαγνητικών δακτυλίων με πλάκα εξωτερικά των σωλήνων.
- Κατά την επέκταση των σωλήνων λαμβάνεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατακορυφότητα της στήλης.
- Οι σωλήνες στην στέψη καλύπτονται και στερεώνονται εξωτερικά με αργιλικό υλικό (υλικό του πυρήνα) το οποίο συμπυκνώνεται χειρωνακτικά με προσοχή, έτσι ώστε να μην τραυματιστούν οι σωλήνες και στο τέλος αυτών θα τοποθετηθούν προστατευτικά καλύμματα τα οποία φέρουν ακίδες χωροστάθμευσης , ώστε να παρέχεται η δυνατότητα σύγκρισης των

μετακινήσεων των δακτυλίων με μετακινήσεις που τυχόν να σημειωθούν στην στέψη του Φράγματος.

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος της γεώτρησης (εάν είναι δυνατόν και πάνω από 150mm), τόσο ευκολότερη γίνεται η καταβίβαση των δακτυλίων, αλλά αποφεύγεται και ο κίνδυνος απελευθέρωσης των ράβδων στήριξης.

Σύνηθες φαινόμενο, τόσο στον ελλαδικό χώρο όσο και σε διεθνές επίπεδο είναι τα γεωτεχνικά αυτά όργανα που τοποθετούνται στα Φράγματα να παρουσιάζουν προβλήματα στην διέλευση των τορπιλών μέτρησης καθιζήσεων και οριζοντίων παραμορφώσεων, κυρίως για αυτά που τοποθετούνται στα σώματα στήριξης από αμμοχάλικο, τα οποία με την ανύψωση του Φράγματος γίνονται όλο και πιο έντονα.

Σε κάθε περίπτωση παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για την συμπεριφορά του Φράγματος- συμπεριφορά των υλικών, αλλά κρίνονται ότι έχουν μικρότερη σπουδαιότητα από αυτά του πυρήνα. Σε πολλές εξάλλου περιπτώσεις αντίστοιχα όργανα τοποθετούνται μόνο στην περιοχή του πυρήνα, με αποτέλεσμα να μην απαιτείται η αντικατάσταση αυτών από αντίστοιχα καινούργια, κάτι που μπορεί να βλάψει και την ακεραιότητα του Φράγματος. Κάτι ανάλογο παρατηρήθηκε σε (7) επτά όργανα που τοποθετήθηκαν σε τομές του Φράγμα Αστερίου τα οποία παρουσίασαν έμφραξη και συνεπώς αδυναμία λήψης μετρήσεων (τρία στο ανάντη τμήμα, τρία στον πυρήνα & ένα στο κατόντη τμήμα). Έγιναν επανειλημμένες απόπειρες απόφραξης των IDEL με ποικίλους τρόπους (χρήση νερού, υγρού σαπουνιού, αέρα υπό πίεση) χωρίς όμως επιτυχία. Έτσι έγινε η αντικατάσταση αυτών εκ νέου, μία χρονοβόρα και δύσκολη επιχείρηση η οποία απαίτησε ειδικό διατρητικό εξοπλισμό για τον αργιλικό πυρήνα και διαφορετικό για τα σώματα στήριξης.

Το έντυπο-δελτίο που χρησιμοποιείται κατά την Εγκατάσταση των οργάνων IDEL, περιγράφει λεπτομερώς τα χαρακτηριστικά της θέσης (έργο / θέση / ημερομηνία εγκατάστασης / σημείο τοποθέτησης / χιλιομετρική θέση), τα χαρακτηριστικά της οπής (διάμετρος οπής /βάθος οπής/υψόμετρο εδάφους & βραχ. Υποβάθρου), καθώς και όλα τα στοιχεία εγκατάστασης (διάμετρος σωλήνα/ μήκος σωλήνα / τύπος σωλήνα / συντεταγμένες κορυφής σωλήνα (X,Y,Z) / βάθος

δακτυλίων & υψόμετρα δακτυλίων και το έντυπο - δελτίο για την λήψη Μετρήσεων περιγράφει τα χαρακτηριστικά της θέσης (έργο / θέση / ημερομηνία μέτρησης / σημείο τοποθέτησης / χιλιομετρική θέση/ διάμετρο σωλήνα/ μήκος σωλήνα/ τύπος σωλήνα συντεταγμένες κορυφής σωλήνα (X,Y,Z).

Συνημμένα ακολουθεί ένα αντιπροσωπευτικό Δελτίο Εγκατάστασης και ένα Δελτίο Μέτρησης οργάνου IDEL του Φράγματος Αστερίου.

**ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ ΟΡΓΑΝΟ ΤΥΠΟΥ IDEL
ΚΑΘΙΖΗΣΙΜΕΤΡΟ
ΔΕΛΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΡΓΑΝΟΥ Νο LV-4A**

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΣΗΣ

ΕΡΓΟ: Φράγμα Αστερίου	ΘΕΣΗ: Πυρήνας	Ημερ. εγκατάστασης: 17/2/2011
Σημείο τοποθέτησης: Γεώτρηση 6m κατάντη του άξονα φράγματος		Χ.Θ.: 380

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΠΗΣ

Διάμετρος οπής: 165-145mm	Βάθος οπής: 41,00m	Υψόμετρο εδάφους: 177,87
		Υψομ. βραχ. υποβάθρου: 139,87

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Διάμετρος σωλήνα: 75mm	Μήκος σωλήνα: 41,57m	Τύπος σωλήνα: ABS
Συντεταγμένες κορυφής σωλήνα: X = 299234,09 Y = 4214155,21 Z = 178,80		
βάθος 1ου δακτυλίου: 1,213	υψομ. 1ου δακτυλίου: 177,587	
βάθος 2ου δακτυλίου: 4,272	υψομ. 2ου δακτυλίου: 174,528	
βάθος 3ου δακτυλίου: 7,332	υψομ. 3ου δακτυλίου: 171,468	
βάθος 4ου δακτυλίου: 10,396	υψομ. 4ου δακτυλίου: 168,404	
βάθος 5ου δακτυλίου: 13,420	υψομ. 5ου δακτυλίου: 165,380	
βάθος 6ου δακτυλίου: 16,373	υψομ. 6ου δακτυλίου: 162,427	
βάθος 7ου δακτυλίου: 19,432	υψομ. 7ου δακτυλίου: 159,368	
βάθος 8ου δακτυλίου: 22,439	υψομ. 8ου δακτυλίου: 156,361	
βάθος 9ου δακτυλίου: 25,425	υψομ. 9ου δακτυλίου: 153,375	
βάθος 10ου δακτυλίου: 28,423	υψομ. 10ου δακτυλίου: 150,377	
βάθος 11ου δακτυλίου: 31,388	υψομ. 11ου δακτυλίου: 147,412	
βάθος 12ου δακτυλίου: 34,408	υψομ. 12ου δακτυλίου: 144,392	
βάθος 13ου δακτυλίου: 37,406	υψομ. 13ου δακτυλίου: 141,394	
βάθος 14ου δακτυλίου: 39,881	υψομ. 14ου δακτυλίου: 138,919	

Για τον Ανάδοχο		Για την Υπηρεσία
Ελέγχθηκε	Ο Αναπληρωτής Εργοταξίαρχος	

**ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ ΟΡΓΑΝΟ ΤΥΠΟΥ IDEL
ΚΑΘΙΖΗΣΙΜΕΤΡΟ
ΔΕΛΤΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΟΡΓΑΝΟΥ Νο LV-4A**

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΣΗΣ

ΕΡΓΟ: Φράγμα Αστερίου	ΘΕΣΗ: Πυρήνας	Ημερ. Μέτρησης: 08/05/12
Σημείο τοποθέτησης: Γεώτρηση 6m κατόντη του άξονα φράγματος		Χ.Θ.: 380

Διάμετρος σωλήνα: 75mm	Μήκος σωλήνα: 52,51	Τύπος σωλήνα: ABS	
Συντεταγμένες κορυφής σωλήνα:	X = 299234,09	Y = 4214155,21	Z = 190,43

Ημερ/νία εγκατάστασης	A.Y. δακτυλίου στην εγκατάσταση	A.Y. δακτυλίου στη μέτρηση	καθίζηση σε cm
2/5/2012	189,410	189,427	1,650
13/1/2012	186,450	186,194	-25,600
7/7/2011	183,452	183,248	-20,375
16/6/2011	180,420	180,039	-38,100
οι δακτύλιοι τοποθετήθηκαν στη γεώτρηση κατά την επανεγκατάσταση 17/2/2011	177,587	177,207	-38,025
	174,528	174,163	-36,525
	171,468	171,152	-31,625
	168,404	168,119	-28,475
	165,380	165,129	-25,150
	162,427	162,200	-22,700
	159,368	159,174	-19,400
	156,361	156,206	-15,500
	153,375	153,256	-11,900
	150,377	150,287	-9,025
	147,412	147,342	-7,025
	144,392	144,341	-5,075
	141,394	141,352	-4,250
138,919	138,880	-3,875	

Για τον Ανάδοχο		Για τον Σύμβουλο	Για την Υπηρεσία
Ελέγχθηκε	Ο Αναπληρωτής Εργοταξίαρχης		

4.3 Ηλεκτρικά Πιεζόμετρα τύπου Δονούμενης Χορδής

Το σύστημα ηλεκτρικών πιεζομέτρων τύπου δονούμενης χορδής χρησιμοποιείται για μέτρηση πίεσης πόρων ειδικά μέσα στον αργιλικό πυρήνα, μία πολύ σημαντική και χρήσιμη παράμετρος, τόσο κατά την διάρκεια της κατασκευής όσο και κατά την λειτουργία του Φράγματος. Είναι πιθανόν κατά την διάρκεια μιας ισχυρής σεισμικής δόνησης να αυξηθούν σημαντικά οι πιέσεις των νερών των πόρων, μέχρι σημείου που να επηρεάσουν την ασφάλεια του Φράγματος. Τέτοιες αυξήσεις θα γίνουν αντιληπτές από τα πιεζόμετρα και θα καταγραφούν. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει πιεζομετρία κύτταρα αποτελούμενα από πορώδες φίλτρο σε κυλινδρικό περίβλημα μορφοτροπέας με μεμβράνη, περίβλημα της μονάδας δονούμενης χορδής, τα καλώδια σύνδεσης και τη συσκευή ανάγνωσης μετρήσεων. Τα πιεζομετρία κύτταρα έχουν πορώδες φίλτρο με υψηλή τιμή εισόδου αέρα. Το καλώδιο έχει δύο πολύκλωνους ορειχάλκινους αγωγούς, καθένας από τους οποίους θα είναι μονωμένος με ελαστικό, περιβεβλημένους με γέμισμα ελαστικού, πλεκτή ορειχάλκινη θωράκιση και εξωτερικό χιτώνιο, ολόκληρο δε θα περιβάλλεται από ημιάκαμπτο ελαστικό σωλήνα για πρόσθετη προστασία.

Οι φορητές συσκευές ανάγνωσης μετρήσεων είναι κατάλληλα τροποποιημένες ώστε να δείχνουν απευθείας πίεση σε μέτρα νερού. Οι παρούσες συσκευές λειτουργούν τόσο με ηλεκτρική παροχή, όσο και με επανεφορτιζόμενες μπαταρίες. Οι συσκευές περιλαμβάνουν κατάλληλο μετασχηματιστή και τα καλώδια των πιεζομέτρων δονούμενης χορδής καταλήγουν σε τερματικό οικίσκο, από όπου θα λαμβάνονται μετρήσεις με τις φορητές συσκευές ανάγνωσης μετρήσεων. Το σύστημα συνδέεται με το Σύστημα Αυτόματης Καταγραφής Στοιχείων Μέτρησης για αυτόματη ανάγνωση και καταγραφή των μετρήσεων.

Η εγκατάσταση αυτών στο ανάχωμα του Φράγματος ακολουθεί τα εξής στάδια:

- Διαμορφώνεται αρχικά η τάφρος , μέσα στην οποία εγκαθίστανται το πιεζόμετρο, βάθους και πλάτους περίπου 50εκ. εγκάρσια στον άξονα του φράγματος.
- Διανοίγεται οριζόντια με την χρήση μεταλλικού ομοιώματος μία οριζόντια οπή στο μέσο της πλευράς της τάφρου και στην προεπιλεγμένη θέση , μήκους και διαμέτρου αυτή του πιεζόμετρου.

- Διαστρώνεται στον πυθμένα της τάφρου αργιλικό υλικό ίδιο με το υλικό του πυρήνα σε πάχος περί τα 10 εκ. και συμπυκνώνεται με φορητά μηχανικά μέσα (δονητικό βατραχάκι).
- Επαναλαμβάνεται η διαδικασία μέχρις ότου το συμπυκνωμένο υλικό φθάσει στο ύψος της οπής του πιεζόμετρου.
- Προετοιμάζεται το φίλτρο του πιεζόμετρου με την χρήση της πρέσας και συνδέεται με το πιεζόμετρο.
- Ελέγχεται η καλή λειτουργία του πιεζόμετρου με την φορητή συσκευή μέτρησης, λαμβάνοντας ταυτόχρονα και την μηδενική μέτρηση πριν την τοποθέτηση στην οπή εγκατάστασης.
- Καλύπτεται το φίλτρο εξωτερικά με υγρή άργιλο (λάσπη) και προωθείται μέσα στην οπή, μέχρις ότου ακουμπήσει στον πυθμένα της.
- Καλύπτεται το υπόλοιπο μέρος της οπής με την υγρή άργιλο.
- Απλώνεται το καλώδιο του οργάνου με ελικοειδή διάταξη στον πυθμένα της τάφρου, μέχρι την άκρη της τάφρου στον αγωγό συλλογής των καλωδίων.
- Διαστρώνεται υλικό του πυρήνα στον πυθμένα της τάφρου πάχους περί τα 10εκ. καλύπτεται το καλώδιο και συμπυκνώνεται με φορητά δονητικά μέσα, προσέχοντας να μην προκληθεί ζημιά στο καλώδιο.
- Επαναλαμβάνεται η διαδικασία μέχρις ότου το συμπυκνωμένο υλικό καλύψει όλη την τάφρο.
- Ελέγχεται η καλή λειτουργία του πιεζόμετρου με την φορητή συσκευή μέτρησης.
- Την επόμενη ημέρα λαμβάνουμε την πρώτη μέτρηση.

Η λήψη και καταγραφή των στοιχείων γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό σύμφωνα με το προβλεπόμενο πρόγραμμα διεξαγωγής των μετρήσεων (από την μελέτη ή το πρόγραμμα ποιότητας έργου).

Τα αποτελέσματα καταχωρούνται σε έντυπο εγκεκριμένο από την Διευθύνουσα Υπηρεσία και υποβάλλονται αυθημερόν.

Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης των οργάνων συντάσσεται πρωτόκολλο παραλαβής, στο οποίο αναφέρεται:

- ο τύπος και τα βασικά χαρακτηριστικά του εγκατασταθέντος οργάνου
- η θέση εγκατάστασης

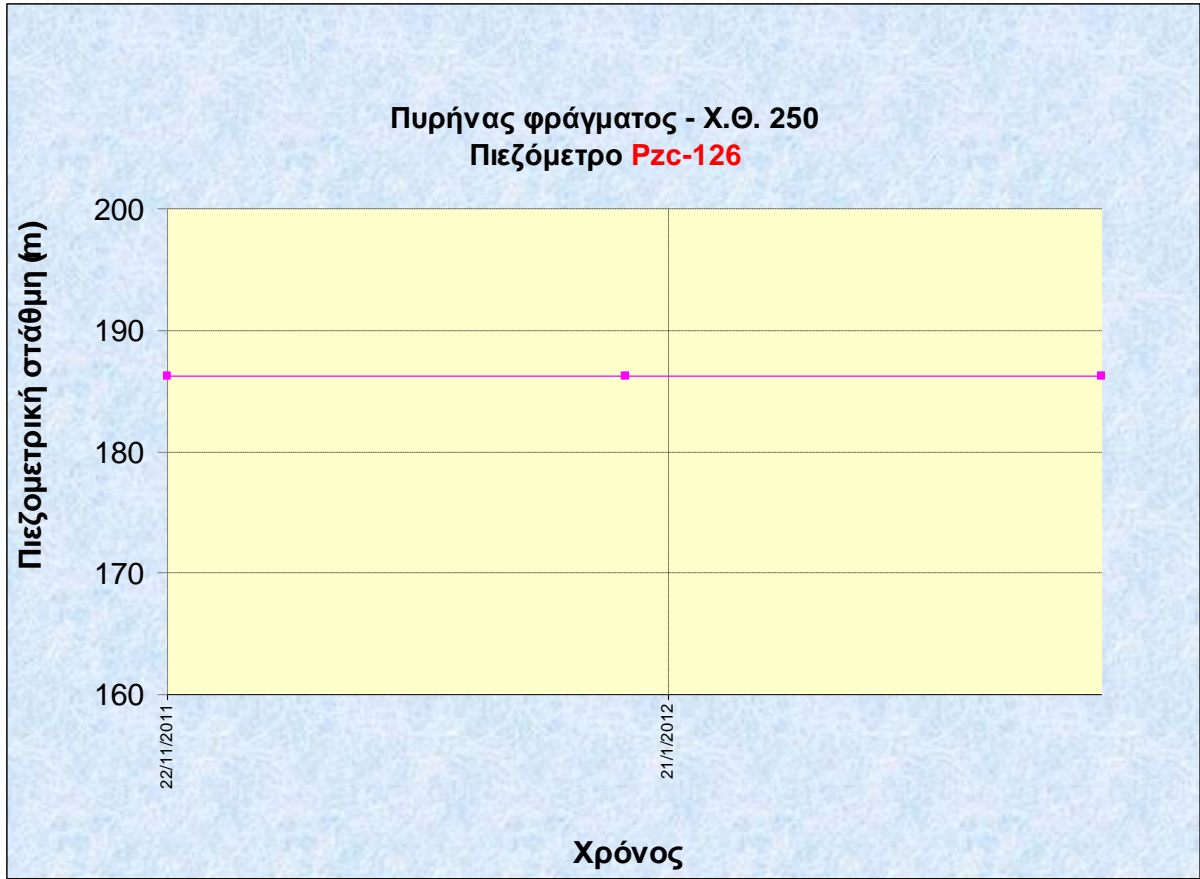
- οι διαδικασίες αρχικής ρύθμισης/βαθμονόμησης
- τυχόν προβλήματα κατά την εγκατάσταση και ο τρόπος αντιμετώπισής τους
- τα στοιχεία του υπευθύνου

Στο πρωτόκολλο τέλος επισυνάπτονται και αντίγραφα των πιστοποιητικών που συνοδεύουν το όργανο.

Τα λαμβανόμενα πρωτογενή στοιχεία καταχωρούνται σε έντυπα ή/και ηλεκτρονικά αρχεία. Είναι κωδικοποιημένα και τηρούνται σε ιδιαίτερους φακέλους. Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων συντάσσονται διαγράμματα απεικόνισης της εξέλιξης αυτών συναρτήσει του χρόνου. Τα διαγράμματα αυτά έχουν ανακεφαλαιωτικό χαρακτήρα και απεικονίζουν όλα τα στοιχεία από την έναρξη των μετρήσεων.

Κατά την τοποθέτηση των οργάνων και την λήψη των μετρήσεων εφαρμόζονται τα καθοριζόμενα στο Σ.Α.Υ του έργου (Σχέδιο Ασφάλειας και Υγείας) και η χρήση των Μ.Α.Π.(Μέσα Ατομικής Προστασίας).

Συνημμένα ακολουθεί ένα αντιπροσωπευτικό Δελτίο Εγκατάστασης και ένα Δελτίο Μέτρησης Ηλεκτρικού Πιεζομέτρου τύπου Δονούμενης Χορδής του Φράγματος Αστερίου.



**ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΠΙΕΖΟΜΕΤΡΑ ΔΟΝΟΥΜΕΝΗΣ ΧΟΡΔΗΣ
ΔΕΛΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΡΓΑΝΟΥ Νο Pzc-126**

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΣΗΣ

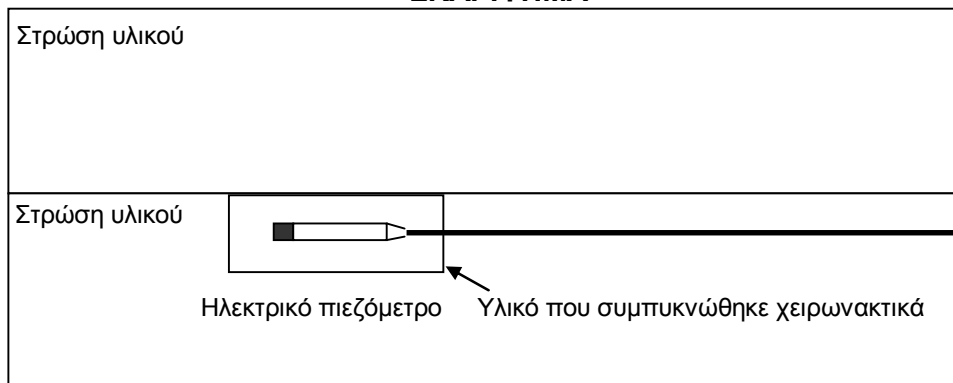
ΕΡΓΟ: Φράγμα Αστερίου	ΘΕΣΗ: πυρήνας φράγματος		
Σημείο τοποθέτησης: Ανάχωμα	Χ.Θ.: 0+250	Ημερ. Εγκατάστασης:	22/11/2011
Συντεταγμένες θέσης: X = 299362,57 Y = 4214180,94 Z = 186,26			

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΟΥ

Κωδικός οργάνου: Pzc-126	Τύπος οργάνου: 0PK45AE3500	Σειριακός αριθμός: P110770
Συντελ. ευαισθησίας: -1256,47299	Προμηθευτής: SISGEO	Χώρα προέλευσης: Ιταλία
Μέτρηση αναφοράς: 8899,5 digits		

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ



Για τον Ανάδοχο		Για την Υπηρεσία	Για τον Σύμβουλο
Ελέγχθηκε	Ο Αναπληρωτής Εργοταξίαρχης		

4.4 Κύτταρα Μέτρησης Πίεσης Γαιών

Τα Κύτταρα τοποθετηθούνται στο ανάχωμα και μετρούν τις ολικές τάσεις μέσα στον πυρήνα. Τα όργανα αυτά τοποθετούνται σε μία κατεύθυνση και μαζί με την μέτρηση του πιεζόμετρου επιτρέπουν τον υπολογισμό των ενεργών τάσεων στο σημείο τοποθέτησής τους. Τοποθετηθούνται στις ίδιες θέσεις, όπου θα βρίσκονται και τα πιεζόμετρα τύπου δονούμενης χορδής και είναι εγκατεστημένα να μετρά την οριζόντια στην ανάντη. Τοποθετούνται μόνο στον Πυρήνα του έργου σε πέντε (5) διατομές, οι οποίες επισυνάπτονται και δίνουν επακριβώς τις θέσεις αυτών. Κατά την εξέλιξη του έργου γεννήθηκε η ανάγκη για τοποθέτηση άλλων έξι (6) Κυττάρων τα οποία θα τοποθετηθούν σε δύο κεντρικές διατομές και τα οποία θα μετρούν την κάθετη πίεση.

Η εγκατάσταση των κυττάρων ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

- Μέσα στην διαμορφωμένη τάφρο για την εγκατάσταση των πιεζόμετρων στην επιλεγμένη θέση διαμορφώνεται με συμπύκνωση η θέση οριζόντιας εγκατάστασης του κυττάρου. Είναι σημαντικό η συμπύκνωση να γίνει στον ίδιο βαθμό με την συμπύκνωση του υπόλοιπου αναχώματος.
- Ελέγχεται η καλή λειτουργία του κυττάρου με την φορητή συσκευή μέτρησης, λαμβάνοντας ταυτόχρονα και την μηδενική μέτρηση πριν την τοποθέτηση στην τάφρο.
- Τοποθετείται το κύτταρο και καλύπτεται με το ίδιο υλικό σε πάχος 10εκ. το οποίο συμπυκνώνεται χειρωνακτικά, φροντίζοντας όμως να καλυφθεί κατά το δυνατόν ομοιόμορφα το κύτταρο, χωρίς να υπάρχουν κενά στην επαφή του με το υλικό. Η ίδια ακριβώς διαδικασία ακολουθείται και για την εγκατάσταση κυττάρων σε κατακόρυφη διεύθυνση συμπυκνώνοντας αργιλικό υλικό και στις δύο πλευρές του κυττάρου, πάντα όμως χειρωνακτικά.
- Απλώνεται το καλώδιο του οργάνου με ελικοειδή διάταξη στον πυθμένα της τάφρου, μέχρι την άκρη στον αγωγό συλλογής καλωδίων.

- Διαστρώνεται υλικό του πυρήνα στην τάφρο πάχους περίπου 10 εκ. καλύπτεται το καλώδιο και συμπυκνώνεται με φορητά δονητικά μέσα , προσέχοντας όμως να μην προκληθεί φθορά –ζημιά στο καλώδιο.
- Επαναλαμβάνεται η διαδικασία μέχρις ότου το συμπυκνωμένο υλικό καλύψει όλη την τάφρο.
- Ελέγχεται η καλή λειτουργία του κυττάρου με την φορητή συσκευή μέτρησης.
- Την επόμενη ημέρα λαμβάνουμε την πρώτη μέτρηση.

Συνημμένα ακολουθεί ένα αντιπροσωπευτικό Δελτίο Εγκατάστασης και ένα Δελτίο Μέτρησης Κυττάρου Μέτρησης Πίεσης Γαιών του Φράγματος Αστερίου.

**ΚΥΤΤΑΡΟ ΠΙΕΣΗΣ ΓΑΙΩΝ ΔΟΝΟΥΜΕΝΗΣ ΧΟΡΔΗΣ
ΔΕΛΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΟΡΓΑΝΟΥ Νο LC-39**

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΣΗΣ

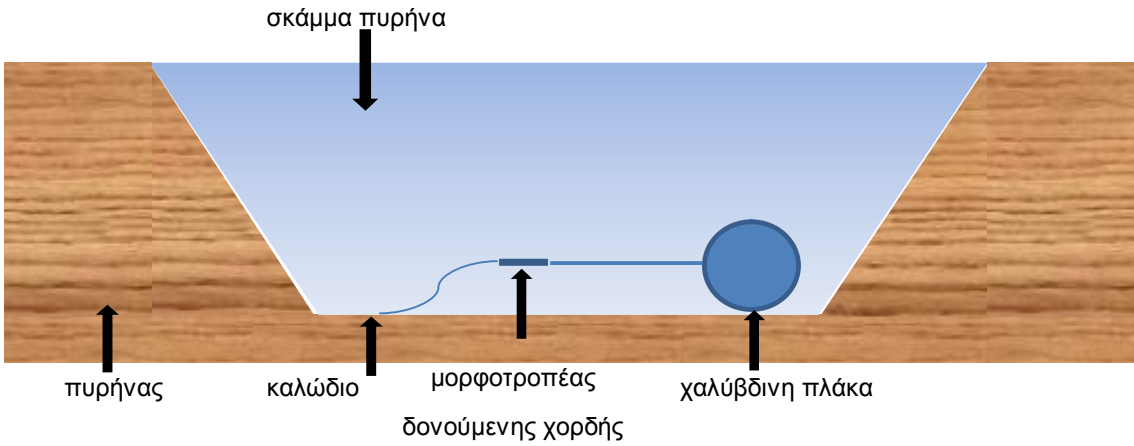
ΕΡΓΟ: Φράγμα Αστερίου	ΘΕΣΗ: Πυρήνας φράγματος	Ημερ. εγκατάστασης: 28/9/2010
Σημείο τοποθέτησης: άξονας φράγματος	Χ.Θ.: 0+490	
Θέση πλάκας: κατακόρυφη και παράλληλη στον άξονα φράγματος		
Συντεταγμένες:	X: 299129,87	Y: 4214119,70 Z: 175,90

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΟΥ

Κωδικός οργάνου: LC-39	Τύπος οργάνου: L143DE17	Σειριακός αριθμός: L100507
Συντελ. ευαισθησίας: -2299,00792	Προμηθευτής: SISGEO	Χώρα προέλευσης: Ιταλία
Μέτρηση αναφοράς: 9238,2 digits		

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ



Για τον Ανάδοχο		Για την Υπηρεσία	Για τον Σύμβουλο
Ελέγχθηκε	Ο Αναπληρωτής Εργοταξίαρχος		

4.5 Πιεζόμετρα Τύπου Κατακόρυφου Σωλήνα

Τα Πιεζόμετρα Κατακόρυφου Σωλήνα περιλαμβάνουν σωληνώσεις με προστατευτικές τηλεσκοπικές σωληνώσεις από χάλυβα, με πέλμα βάσης, ολισθαίνοντα σύνδεσμο, πορώδες πιεζομετρία κύτταρο και δύο ηλεκτρικά στιγμόμετρα, για την μέτρηση στήλης νερού έως διακόσια μέτρα (200μ.) σε πιεζόμετρα τύπου κατακόρυφου σωλήνα ή πιεζομετρία φρέατα. Αυτά περιλαμβάνουν μετρητική ταινία, βαθμονομημένη σε εκατοστά με μονωμένες καλωδιακές συνδέσεις στην συσκευή ανάγνωσης μετρήσεων. Η ταινία περιβάλλεται από διαφανή ή διαυγή πλαστικό σωλήνα, ο οποίος επιτρέπει την ανεμπόδιση παρατήρηση των ενδείξεων της ταινίας. Τόσο η μετρητική ταινία όσο και το μονωμένο σύρμα είναι συγκολλημένα στα σημεία επαφής της συσκευής ανάγνωσης μετρήσεων και στα σημεία επαφής που είναι μέσα στο πλαστικό περίβλημα.

Ο εντοπισμός της στάθμης του νερού επισημαίνεται με ηλεκτρικό λαμπάκι και βοβμητή που θα είναι τοποθετημένα στο επάνω άκρο της συσκευής. Το όργανο είναι εφοδιασμένο με καρούλι με αναδιπλούμενη χειρολαβή για την περίεληξη του καλωδίου στην περίπτωση που δεν απαιτείται μέτρηση.

Ένας ηλεκτρικός μορφοτροπέας δονούμενης χορδής για μέτρηση πίεσης, που έχει φάσμα λειτουργίας από 0 έως 20 ατμόσφαιρες και ακρίβεια 0,1% του πλήρους φάσματος μέτρησης, είναι συνδεδεμένος στο επάνω μέρος του πιεζομετρικού άκρου με ένα σωληνάκι από ανοξείδωτο χάλυβα. Το καλώδιο του μορφοτροπέας καταλήγει σε τερματικό κιβώτιο στη στέψη του φράγματος, όπου υπάρχει η δυνατότητα λήψης μετρήσεων με φορητή συσκευή ανάγνωσης μετρήσεων. Από το τερματικό κιβώτιο το καλώδιο καταλήγει στον τερματικό οικίσκο το οποίο συνδέεται στο τερματικό πίνακα για μη αυτόματες μετρήσεις και στο Σύστημα αυτόματης καταγραφής στοιχείων μέτρησης για την αυτόματη καταγραφή και μέτρηση.

Τα Πιεζόμετρα Τύπου Κατακόρυφου Σωλήνα σήμερα δεν έχουν τοποθετηθεί, στο Φράγμα Αστερίου .

4.6 Βάθρα Μέτρησης Επιφανειακών Μετακινήσεων

Τα βάθρα μέτρησης επιφανειακών μετακινήσεων ή μάρτυρες ελέγχου υποχωρήσεων καθώς και τα βάθρα τριγωνομετρικών σημείων κατασκευάζονται σε συγκεκριμένες θέσεις και υψόμετρα, σύμφωνα κάθε φορά με τη Μελέτη. Τα βάθρα ελέγχου τοποθετούνται κατά κανόνα επί της τελικής επιφάνεια του αναχώματος του Φράγματος, αλλά και στα αντερείσματα, μόλις τελειώσει η κατασκευή τους για την παρακολούθηση της απόκρισής τους στην φόρτιση του νερού. Ήτοι αποτελούν σημεία αναφοράς για την παρακολούθηση και αξιολόγηση της γεωτεχνικής συμπεριφοράς του έργου. Για την εξάρτηση των μετρήσεων θα εγκατασταθούν κατάλληλα τριγωνομετρικά σημεία. Τα βάθρα τριγωνομετρικών σημείων εγκαθίστανται πριν από τα συστήματα των οργάνων. Κατά την ώρα της εγκατάστασης λαμβάνονται οι συντεταγμένες όλων των οργάνων και η εγκατάσταση των συστημάτων των οργάνων στο ανάχωμα του Φράγματος ή σε άλλες περιοχές, επιτυγχάνεται χωρίς καμία διακοπή των εργασιών εγκατάστασης τους και διάστρωσης του αναχώματος και χωρίς να υφίστανται ζημιές στις εγκαταστάσεις των οργάνων κατά τις επόμενες φάσεις της κατασκευής του φράγματος.

Οι σχετικές μετρήσεις αρχίζουν αμέσως μετά την εγκατάστασή τους. Κατασκευάζονται από σκυρόδεμα και έχουν ελάχιστες διαστάσεις 0.50x0.50x0.80μ. Στην επιφάνεια τους πακτώνεται ορειχάλκινη ακίδα για την υλοποίηση του σημείου σκόπευση. Οι θέσεις αυτών επιλέχθηκαν έτσι ώστε να μπορούν να συνεχιστούν οι μετρήσεις χωρίς την παρεμπόδιση της διακίνησης του μηχανολογικού εξοπλισμού. Οι μετρήσεις αποσκοπούν στον προσδιορισμό των σχετικών μετακινήσεων των στόχων επί των βάθρων μέτρησης επιφανειακών μετακινήσεων από σταθερά σημεία αναφοράς (τριγωνομετρικό) και εκτελούνται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, αφού πρώτα υπάρχει έκθεση μεθοδολογίας εκτέλεσης των μετρήσεων στην οποία αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των τοπογραφικών οργάνων που χρησιμοποιούνται, οι τοπογραφικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται, η διαδικασία συνάρθρωσης αποτελεσμάτων και ο τρόπος παρουσίασης αυτών.

Τα βάθρα ελέγχου μετακινήσεων κωδικοποιούνται, προσδιορίζονται οι αρχικές συντεταγμένες τους και φωτογραφίζονται. Τα στοιχεία τηρούνται στον φάκελο στοιχείων του έργου. Οι θέσεις των βάθρων απεικονίζονται σε σχέδιο γενικής οριζοντιογραφίας του έργου. Οι μετρήσεις (υπολογισμοί και διαγράμματα

απεικόνισης) υπόκεινται σε ελέγχους ως προς την πληρότητα και την ακρίβεια τους και καταχωρούνται στο αρχείο από το Πρόγραμμα Ποιότητας έργου (Π.Π.Ε.).

Τέλος έχουν εφαρμογή τα καθοριζόμενα στο Σ.Α.Υ. του έργου (Σχέδιο Ασφάλειας και Υγείας) για την εκτέλεση εργασιών στην θέση εκτέλεσης των εργασιών, τα Μέσα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.) και οι κανόνες ασφάλειας που πρέπει να τηρούνται.

Συνημμένα ακολουθεί ένα αντιπροσωπευτικό Δελτίο Εγκατάστασης και ένα Δελτίο Μέτρησης Βάθρου Επιφανειακών Μετακινήσεων του Φράγματος Αστερίου.

**ΒΑΘΡΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ
ΔΕΛΤΙΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΒΑΘΡΟΥ Νο B1**

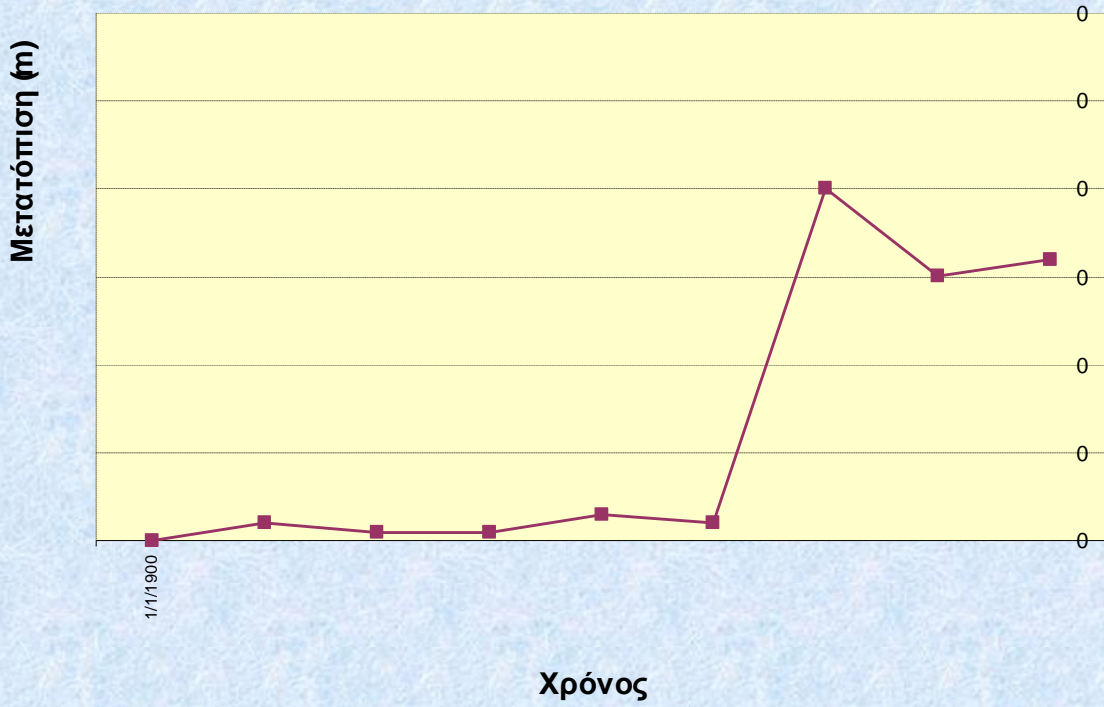
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΘΕΣΗΣ

ΕΡΓΟ: Φράγμα Αστερίου	ΘΕΣΗ: πρόφραγμα	Ημερ. Εγκατάστασης: 21/12/2007
Σημείο τοποθέτησης: ανάχωμα	Χ.Θ.: 0+300	
Συντεταγμένες θέσης: X = 299355,576 Y = 4214017,143 Z = 171,526		

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Για τον Ανάδοχο		Για την Υπηρεσία	Για τον Σύμβουλο
Ελέγχθηκε	Ο Αναπληρωτής Εργοταξίαρχης		

Βάθος μέτρησης επιφανειακών μετακινήσεων B1



4.7 Σύστημα Επιταχυνσιογράφου

Το σύστημα σεισμικής παρακολούθησης αποτελείται από δύο αισθητήρες εγκατεστημένους ο ένας στην στέψη του Φράγματος και ο δεύτερος στο αριστερό αντέρεισμα. Επιταχυνσιογράφοι με επιταχυνσιόμετρα τύπου εξισορρόπησης δύναμης και με ψηφιακή αποθήκευση των δεδομένων σε κεντρική εσωτερική μνήμη, φορητό ή κανονικό μικροϋπολογιστή για απόληψη και επεξεργασία των αποθηκευμένων δεδομένων, σειρά προγραμμάτων Η/Υ για λήψη και επεξεργασία δεδομένων, γεννήτρια σημάτων κωδικοποιημένου χρόνου, και άλλα εξαρτήματα και συσκευές για μετάδοση καταγραφής σήματος και για κοινή έναρξη καταγραφής και κοινή χρονομέτρηση.

Τα καλώδια διασύνδεσης είναι ενισχυμένα, με αντοχή σε έλξη, ηλεκτρικά θωρακισμένα και προστατευμένα από παρασιτικά ρεύματα ή άλλες επιδράσεις και πλήρως μονωμένα σε διάβρωση. Τα καλώδια έχουν επαρκή διατομή σύρματος και χαμηλή ειδική ηλεκτρική αντίσταση, ώστε να μην ελαττώνεται η ευαισθησία καταγραφής. Κάθε καλώδιο προμηθεύεται χωρίς ματίσματα μέχρι το μέγιστο μήκος το οποίο είναι διαθέσιμο στην αγορά. Όπου είναι απόλυτα απαραίτητο να γίνει μάτισμα, αυτό είναι υδατοστεγές, ενισχυμένο και με αντοχή σε έλξη και προστατευμένο από διάβρωση. Το σύστημα αυτό των οργάνων συνοδεύεται από ανταλλακτικά και εξαρτήματα και είναι ψηφιακού τύπου. Λειτουργεί με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες και με ηλεκτρική παροχή δικτύου.

Η εγκατάσταση τους ακολουθεί τα παρακάτω στάδια:

- Τοποθετούνται τα καλώδια σύνδεσης των αισθητήρων με την κεντρική καταγραφική μονάδα.

- Όταν οι σωλήνες τοποθετούνται στην επιφάνεια για να επιτευχθεί αφ ενός μεν η προστασία από περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά και από την προσβολή τρωκτικών, τα καλώδια τοποθετούνται μέσα σε μεταλλικό σωλήνα κατάλληλης διαμέτρου. Τα τεμάχια του σωλήνα συνδέονται μεταξύ τους με μεταλλικούς συνδέσμους και γεφυρώνονται, έτσι ώστε να είναι στο σύνολο τους αγωγάιμοι, το ένα δε άκρο του συνόλου των σωλήνων γειώνεται. Όταν η εγκατάσταση των σωλήνων γίνει υπόγεια μέσα σε τάφρο, τότε μπορούν οι σωλήνες να είναι από πλαστικό κατάλληλης μηχανικής αντοχής.

- Εγκαθίστανται οι δύο αισθητήρες στις προβλεπόμενες θέσεις επάνω σε βάρη από σκυρόδεμα και κατασκευάζεται μεταλλικό κάλυμμα προστασίας, με βαφή προστασίας από την οξείδωση και εγκοπές εξαερισμού.
- Η κεντρική μονάδα εγκαθίστανται στον οικίσκο των οργάνων, από όπου γίνεται και η ρύθμιση - έλεγχος των αισθητήρων .
- Οι δύο συσκευές διασυνδέονται μεταξύ τους για κοινή έναρξη καταγραφής και κοινή χρονομέτρηση.

4.8 Σύστημα Αυτόματης Καταγραφής Στοιχείων Μέτρησης (Data Acquisition System)

Το Σύστημα Αυτόματης Καταγραφής Στοιχείων Μέτρησης έχει σαν βάση μονάδα μικροεπεξεργαστή (microprocessor) το οποίο λαμβάνει αυτόματα τις μετρήσεις των γεωτεχνικών οργάνων τα οποία είναι συνδεδεμένα με αυτό και τις αποθηκεύει σε μαγνητική ταινία και τις εκτυπώνει.

Το Σύστημα Αυτόματης Καταγραφής Στοιχείων Μέτρησης λαμβάνει αναγνώσεις από τουλάχιστον διακόσιους (200) μετατροπείς τύπου δονούμενης χορδής και μπορεί και λειτουργεί σε θερμοκρασία μέχρι -20° C. Αποτελείται από μία κεντρική μονάδα ελέγχου με βάση μικροεπεξεργαστή τοποθετημένη σε βάρη πάνω σε βράχο, από σταθμούς τηλεχειρισμού, συσκευές σάρωσης καναλιών, οθόνη με ψηφία με υγρούς κρυστάλλους, εκτυπωτή και μονάδα εφεδρικής τροφοδοσίας με μπαταρίες. Η κεντρική μονάδα ελέγχου είναι προγραμματιζόμενη και παίρνει αναγνώσεις σε προκαθορισμένους χρόνους ή χρονικά διαστήματα, καθώς και για καθορισμένο διάστημα χρόνου μετά τη σεισμική δόνηση.

Το Σύστημα Αυτόματης Καταγραφής Στοιχείων Μέτρησης εγκαθίσταται μόνιμα και συνδέεται αμέσως μετά την κατασκευή του τερματικού οικίσκου.

4.9

Τυπική Διατομή Οργάνων

4.10 Όργανα Παρακολούθησης

Φράγμα – Πρόφραγμα

Οριζοντιογραφία

4.11

Διατομή χ.θ:0+250,00

4.12

Διατομή χ.θ:0+370,00

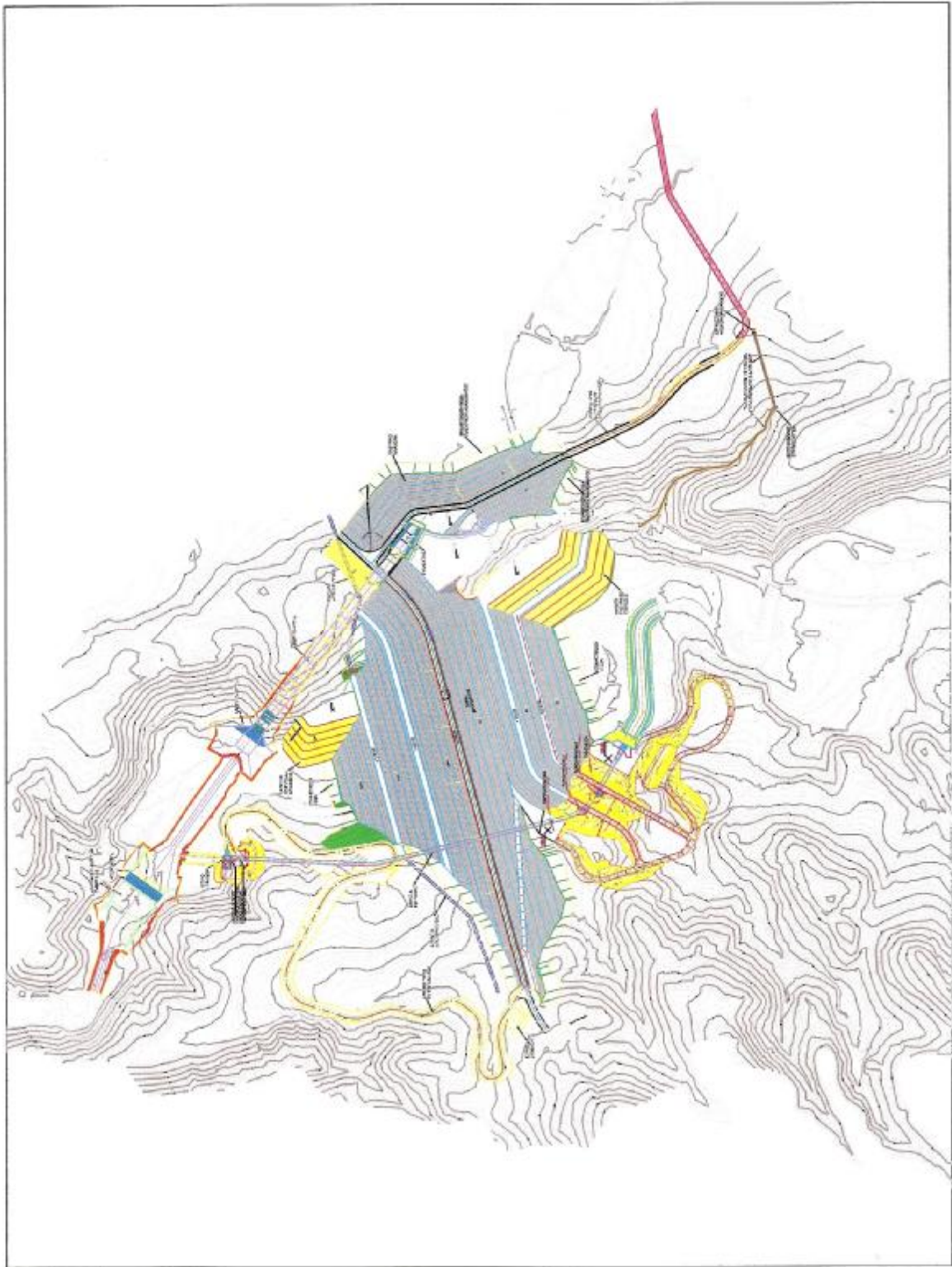
4.13 Διατομή χ.θ:0+430,00

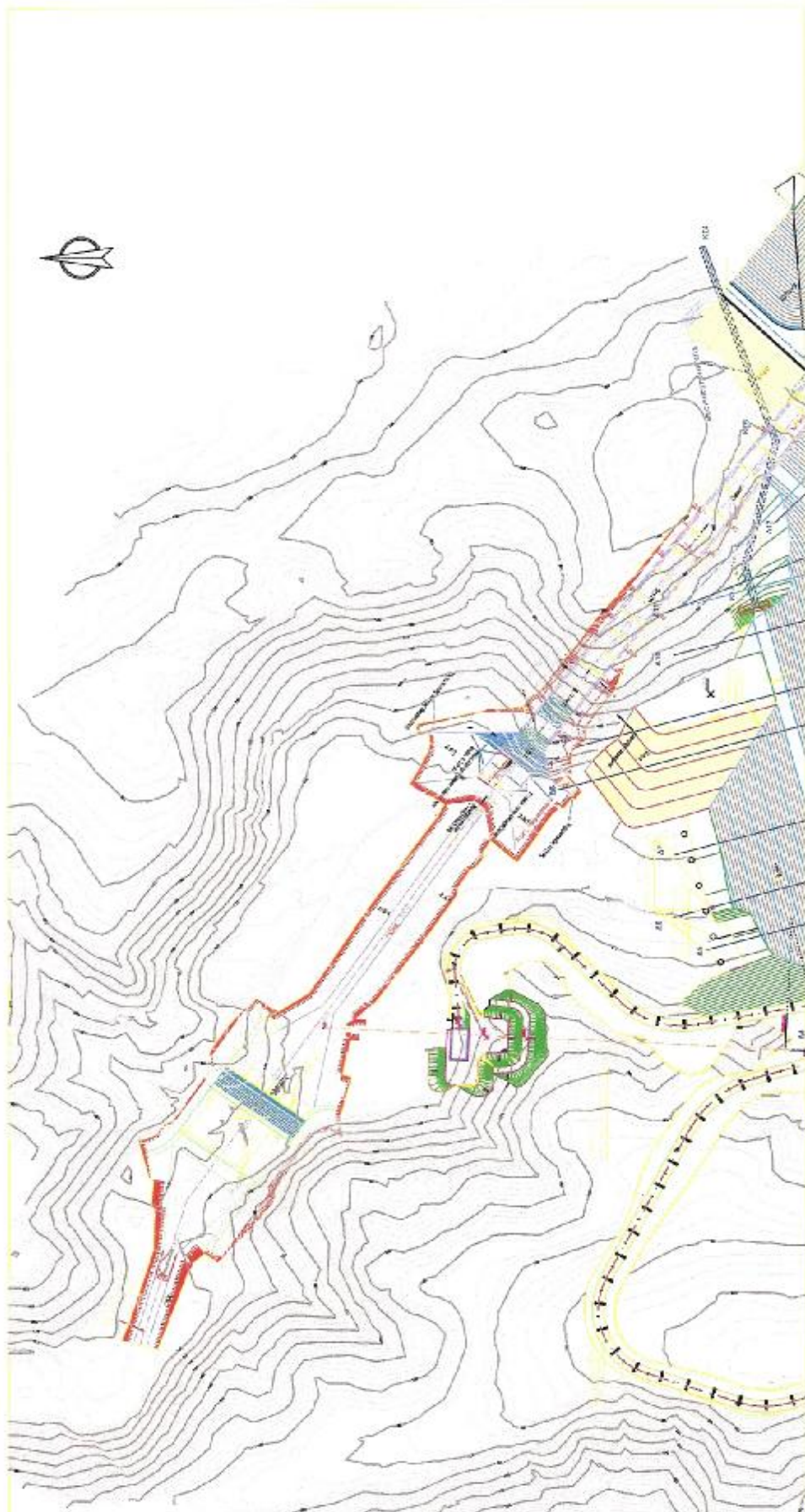
4.14 Διατομή χ.θ:0+490,00

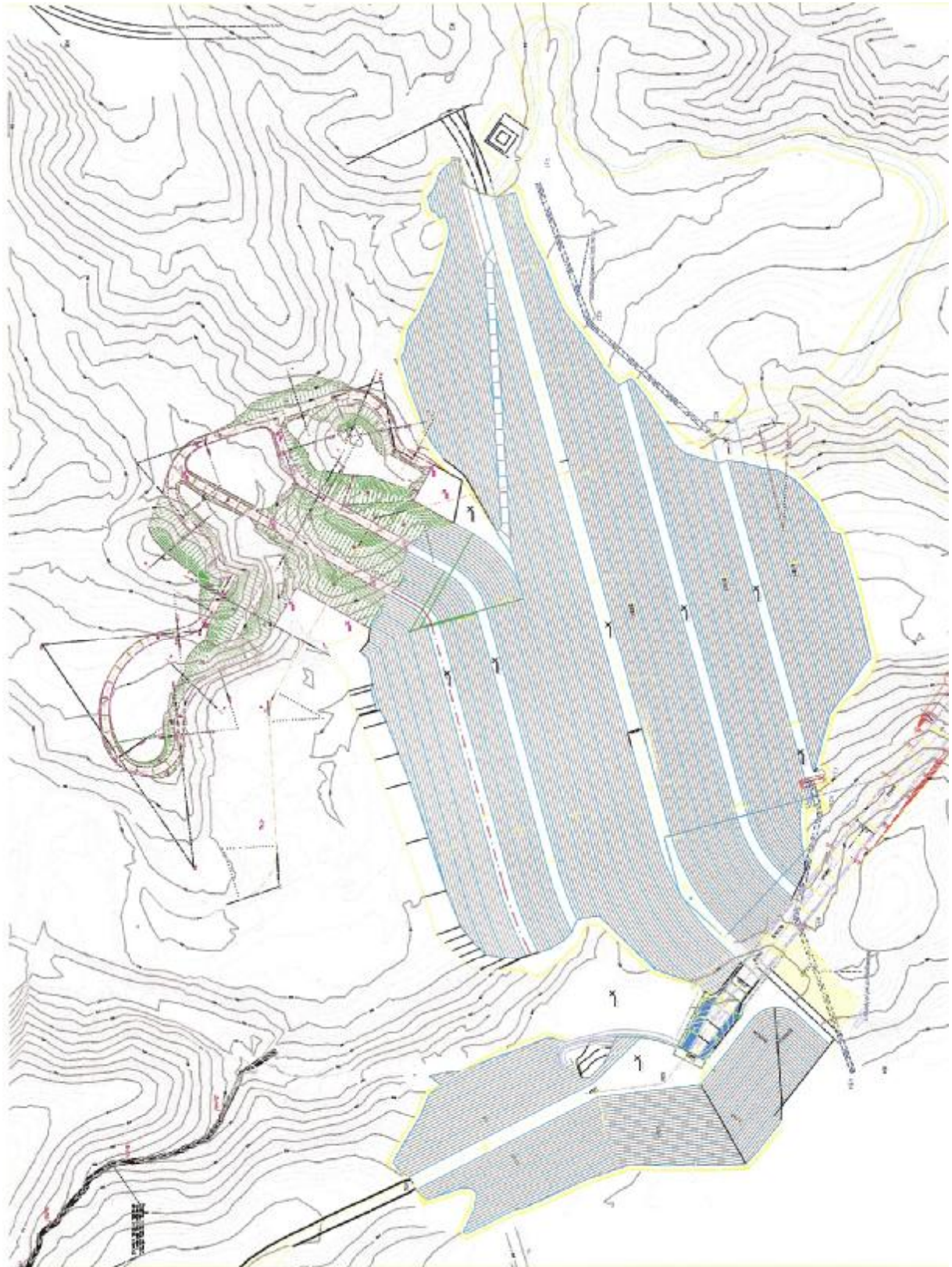
4.15 Διατομή χ.θ:0+560,00

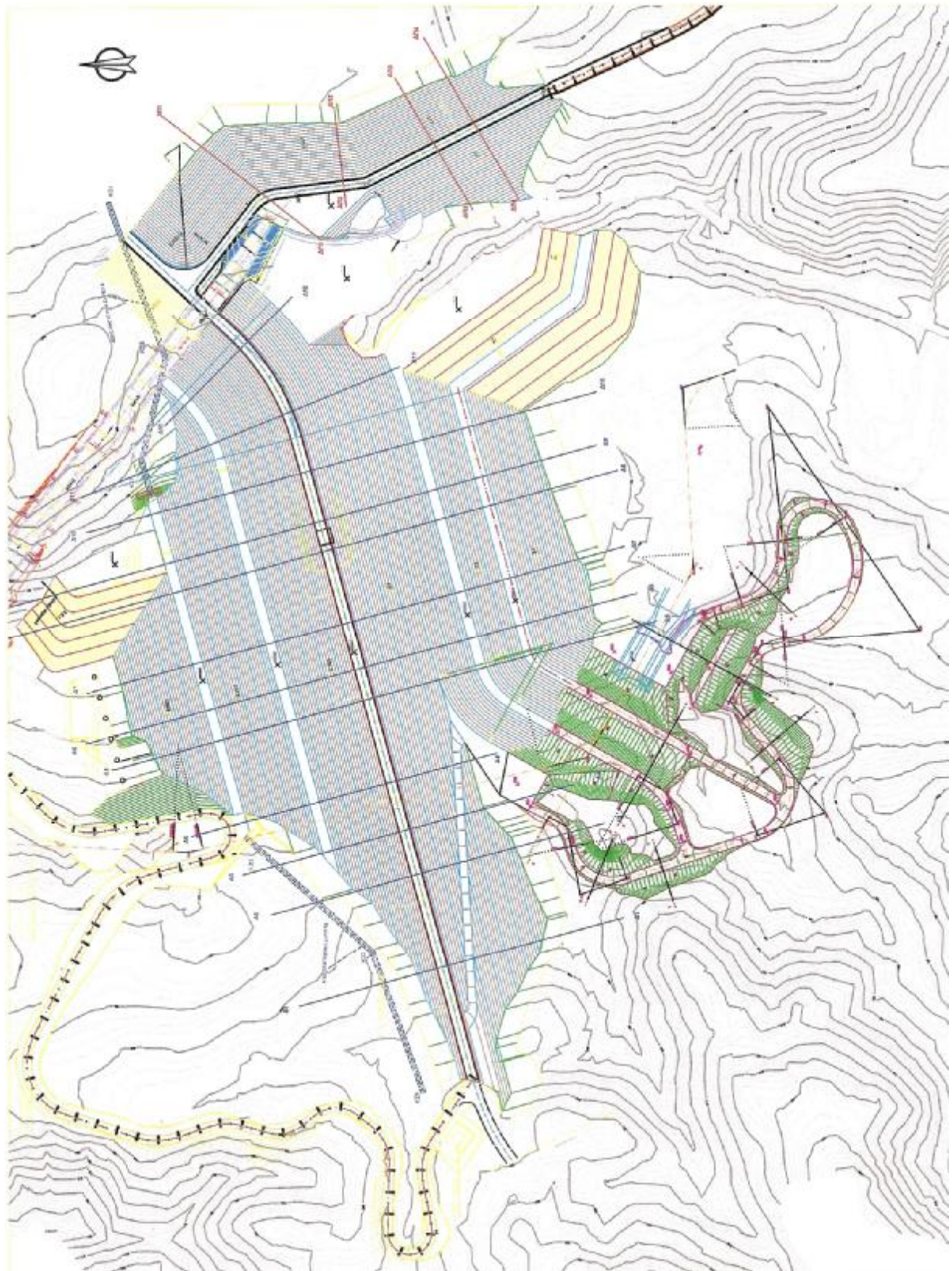
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

ΒΑΣΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ









ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ **(Γεωλογικών Οργάνων)**

Γενικές φωτογραφίες οργάνων στον εργοταξιακό χώρο



Εικόνα 1: Ηλεκτρικά πιεσόμετρα δονούμενης φόρτισης - Πίεση πόρων



Εικόνα 2: Βάθρο ελέγχου επιφανειακών παραμορφώσεων φράγματος



Εικόνα 3: Καθιζήσιμετρο



Εικόνα 4: Βάθρα ελέγχου επιφανειακών παραμορφώσεων φράγματος



Εικόνα 5: Βάθρο ελέγχου επιφανειακών παραμορφώσεων φράγματος



Εικόνα 6: Τοπογραφικό βάθρο



Εικόνα 7: Κύτταρα στον πυρήνα



Εικόνα 8: Κύτταρο Πίεσης



Εικόνα 9: Κύτταρο Μέτρησης Πίεσης Γαιών



Εικόνα 10: Κότταρα στον Πορήνα



Εικόνα 11: Κότταρα



Εικόνα 12: Κλισίμετρα



Εικόνα 13: Πιεζομετρικά Κύτταρα



Εικόνα 14: Πιεζόμετρα σε Γεώτρηση



Εικόνα 15: Μετρήσεις Οργάνων



Εικόνα 16: Μετρήσεις Οργάνων



Εικόνα 17: Μετρήσεις Οργάνων



Εικόνα 18: Μετρήσεις Οριζόντιων Μετακινήσεων-IDEAL



Εικόνα 19: Πλάκα καθιζήσεων-IDEAL



Εικόνα 20: Σύνδεση οργάνου με την συσκευή καταγραφής μετρήσεων



Εικόνα 21: Μετρήσεις οριζόντιων μετακινήσεων- IDEL



Εικόνα 22 : Μετρήσεις οριζόντιων μετακινήσεων- IDEL



Εικόνα 23: Μετρήσεις οριζόντιων μετακινήσεων- IDEL



Εικόνα 24: Μετρήσεις καθιζήσεων στα IDEL



Εικόνα 25: Μετρήσεις καθιζήσεων στα IDEL



Εικόνα 26: Καθιζήσιμετρο - IDEL



Εικόνα 27: Πιεζόμετρο-σκάμμα



Εικόνα 28: τοποθέτηση Πιεζόμετρου



Εικόνα 29: Σωλήνες Armcso



Εικόνα 30: Σωλήνες Armcø



Εικόνα 31: Armcø



Εικόνα 32: Πιεζόμετρο



Εικόνα 33: Γενική όψη Φράγματος



Εικόνα 34: Πυρήνας και παρακατακόρυφα Φίλτρα



Εικόνα 35: Τμηματική Κατασκευή Ανάντη Σώματος Στήριξης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΕΚΤΡΟΠΗΣ ΑΣΤΕΡΙΟΥ ΠΕΙΡΟΥ – ΠΑΡΑΠΕΙΡΟΥ
- ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ
- ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΕΡΓΟΥ
- ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΣ ΟΙΚΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
- ΠΡΟΤΥΠΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ
- ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΑ ΈΡΓΑ –ΦΡΑΓΜΑΤΑ (Χρ. Τσόγκας/Ελ. Τσόγκα)- ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΔΟΣΗ
- ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ «ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ - ΕΚΤΕΛΟΥΜΕΝΑ ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ
- ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΑ «ΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Ε.»
- ΜΗΧΑΝΗ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗΣ «GOOGLE»

ΤΕΛΟΣ