

**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ****3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Μετά από συνενόηση του Καθηγητή Γ.Α. Αθανασόπουλου με την εταιρεία Θεμελιοδομή Α.Ε. αποφασίστηκε η εγκατάσταση αποκλισιομετρικών σωλήνων για τη μέτρηση της συμπεριφοράς των διαφραγματικών τοίχων. Τοποθετήθηκαν τρεις συνολικά αποκλισιομετρικοί σωλήνες και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε διάφορες φάσεις της κατασκευαστικής διαδικασίας.

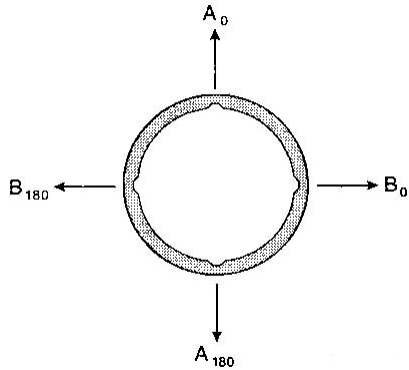
Οι θέσεις στις οποίες εγκαταστάθηκαν οι αποκλισιομετρικοί σωλήνες φαίνονται στο Σχήμα 3-1.



Σχήμα 3-1: Θέσεις αποκλισιομετρικών σωλήνων

### 3.2. ΑΠΟΚΛΙΣΙΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ

Οι αποκλισιομετρικοί σωλήνες είναι ειδικοί σωλήνες που φέρουν στην εσωτερική επιφάνειά τους ειδικούς αύλακες σε δυο διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους (Σχήμα 3-2). Οι αύλακες αυτοί είναι απαραίτητοι για την ομαλή και με ακρίβεια κίνηση της τορπίλης μέσα στο σωλήνα.



Σχήμα 3-2: Διατομή αποκλισιομετρικού σωλήνα

Υπάρχουν πολλοί τύποι αποκλισιομετρικών σωλήνων. Οι σωλήνες μπορεί να είναι πλαστικοί ή μεταλλικοί με κυκλική ή σχεδόν τετραγωνική διατομή.



Σχήμα 3-3: Τμήματα πλαστικού αποκλισιομετρικού σωλήνα.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν πλαστικοί σωλήνες κυκλικής διατομής. Οι σωλήνες αποτελούνται από τμήματα μήκους 3.0m το καθένα και συνδέονται μεταξύ τους κατάλληλα ώστε να κατασκευασθεί σωλήνας συνολικού μήκους ίσου με το ύψος του διαφραγματικού τοίχου.

### 3.3. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΑΠΟΚΛΙΣΙΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ

Στις συγκεκριμένες τρεις θέσεις στις οποίες αποφασίστηκε η εγκατάσταση των αποκλισιομετρικών σωλήνων, οι σωλήνες προσδέθηκαν στους αντίστοιχους κλωβούς των οπλισμών.

Μετά την πρόσδεσή τους στον οπλισμό, μεταφέρθηκαν μαζί με τους κλωβούς στην προγραμματισθείσα θέση (Σχήμα 3-4). Βυθίστηκαν στο σκάμμα που ήταν γεμάτο με διάλυμα μπεντονίτη και ακολούθησε σκυροδέτηση.



Σχήμα 3-4: Τοποθέτηση του κλωβού οπλισμού. Διακρίνεται ο A-1 αποκλισιομετρικός σωλήνας που είναι αναρτημένος από τον κλωβό οπλισμού

Πριν περιγραφεί η διαδικασία των μετρήσεων κρίνεται απαραίτητη μια περιγραφή του χρησιμοποιηθέντος οργάνου, ώστε ο αναγνώστης να κατανοήσει εις βάθος τη λειτουργία και τις δυνατότητες του οργάνου.

### 3.4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ

Για τον εκτέλεση των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός του Εργαστηρίου Γεωτεχνικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών. Χρησιμοποιήθηκε το όργανο Digitilt Datamate της εταιρείας Slope Indicator Co.

Το όργανο αποτελείται από:

- Την τορπίλη
- Τον καταγραφέα
- Καλώδιο μήκους 50 μέτρων, το οποίο είναι αρκετά μεγάλης αντοχής και μεταβιβάζει τα δεδομένα από τη τορπίλη στο καταγραφέα. Στις άκρες του, έχει κατάλληλες υποδοχές για να συνδέεται με τις επιμέρους συσκευές με ασφάλεια. Το καλώδιο φέρει ενδείξεις ανά 0.5m έτσι ώστε ο χρήστης να ξέρει κάθε στιγμή σε ποιο βάθος βρίσκεται η τορπίλη.

#### 3.4.1 Η ΤΟΡΠΙΛΗ

Η τορπίλη είναι μια μεταλλική συσκευή η οποία είναι εξοπλισμένη με ειδικούς τροχίσκους. Οι τροχίσκοι αυτοί βρίσκονται σε συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ τους και χρησιμοποιούνται για να κινείται η τορπίλη πάνω στους αύλακες του ειδικού σωλήνα που έχει τοποθετηθεί στο διαφραγματικό τοίχο. Κατ' αυτό τον τρόπο η τροχιά που εκτελεί η τορπίλη είναι απολύτως καθορισμένη.



Η τορπίλη δεν επιτρέπει τον άμεσο προσδιορισμό των μετακινήσεων, αλλά

Σχήμα 3-5: Υπολογισμός βηματικής οριζόντιας μετακίνησης

την κλίση του κατά μήκος άξονά της σε κάθε θέση, δηλαδή την κλίση του σωλήνα στη θέση αυτή. Γνωρίζοντας τη κλίση και επειδή είναι γνωστό το μήκος της τορπίλης (που είναι ίσο με την απόσταση των 2 ζευγών τροχίσκων, ίση με 0.5m) μπορούμε να υπολογίσουμε σε κάθε θέση της τορπίλης την βηματική οριζόντια μετακίνηση (Σχήμα 3-5).

Επομένως, η οριζόντια μετακίνηση σε κάθε θέση της τορπίλης, θα δίνεται από τον τύπο:

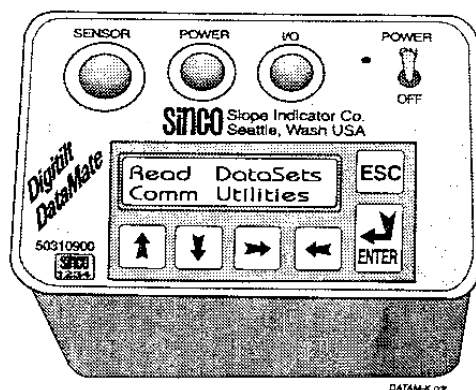
$$s = L * \sin \theta$$

όπου L: το σταθερό «βήμα» μέτρησης που είναι ίσο με 0,5 μέτρα.

Αυτή η οριζόντια μετακίνηση καλείται βηματική οριζόντια μετακίνηση αφού αποτελεί τη διαφορική μετακίνηση σε μια θέση, των δυο άκρων της τορπίλης (και επομένως και του σωλήνα) μήκους 0,5m.

### 3.4.2. ΤΟ ΑΝΑΓΝΩΣΤΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ

Το αναγνωστικό όργανο είναι μια συσκευή ( βλ. Σχήμα 3-6) η οποία συνδέεται με την τορπίλη μέσω του ειδικού καλωδίου. Στο όργανο αυτό φτάνουν τα δεδομένα (ουσιαστικά η κλίση του σωλήνα κατά τους δυο άξονες) και εμφανίζονται στην οθόνη του χρήστη. Ο καταγραφέας στη συνέχεια αποθηκεύει τα δεδομένα, ενώ παρέχει και τη δυνατότητα αξιολόγησής τους με στατιστικές μεθόδους.



Σχήμα 3-6: Ο καταγραφέας των αποκλισημετρικών μετρήσεων

Πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στον καταγραφέα δεν απεικονίζεται η κλίση, αλλά ένας αριθμός που ισούται:

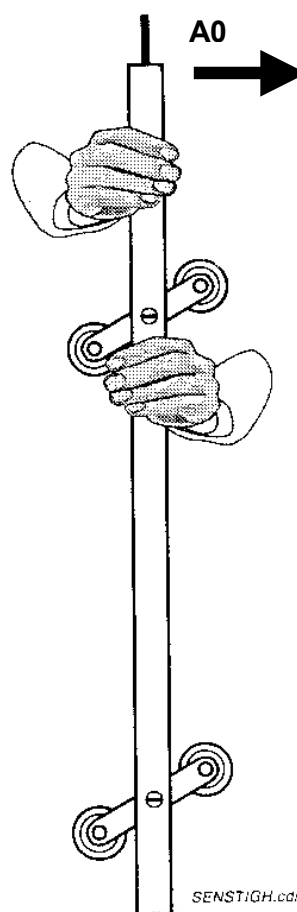
$$\text{αναγνωσμένη τιμή} = 25,000 * \sin \theta \text{ για το σύστημα S.I.}$$

Αυτό γίνεται προς διευκόλυνση του χρήστη επειδή η κλίση του σωλήνα είναι ένας πολύ μικρός αριθμός.

### 3.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για την επιτυχέστερη διεξαγωγή των μετρήσεων είναι ιδιαίτερα χρήσιμο να υπάρχουν περισσότερα από ένα άτομα. Οι μετρήσεις στο εργοτάξιο πραγματοποιήθηκαν με την βοήθεια της Άντας Αθανασοπούλου, τριτοετούς φοιτήτριας του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών την περίοδο 2000-2001.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 3-2 υπάρχουν δυο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις διεξαγωγής των αποκλισιομετρικών μετρήσεων. Στην ιδανική περίπτωση η μια από τις δυο διευθύνσεις είναι παράλληλη στον άξονα του τοίχου και η άλλη κάθετη. Στο εργοτάξιο όμως δεν είναι πάντα εφικτό κάτι τέτοιο και έτσι οι διευθύνσεις είναι δυνατόν να τοποθετηθούν σε τυχαίο προσανατολισμό σε σχέση με τον άξονα του διαφραγματικού τοίχου. Σε κάθε περίπτωση εκλέγεται μια διεύθυνση ως κύρια (A) και η κάθετη προς αυτή είναι η δευτερεύουσα (B). Στη συνέχεια, ο αύλακας που ταυτίζεται με την πλευρά (A0) σημειώνεται με μαρκαδόρο. Σε αυτόν τον αύλακα τοποθετείται η τορπίλη με τον τροχίσκο προς τα πάνω. Η διαδικασία αυτή είναι πολύ σημαντική, διότι οι μετρήσεις



Σχήμα 3-7 : Κατάλληλη αρχική τοποθέτηση

γίνονται κατά διαστήματα και είναι απαραίτητο η τορπίλη να τοποθετείται με τον ίδιο πάντα προσανατολισμό. Η εμπειρία έχει δείξει ότι η σημείωση επί του σωλήνα με μαρκαδόρο είναι η καλύτερη μέθοδος για να θυμάται ο χρήστης τον προσανατολισμό της τορπίλης.

Αφού τοποθετηθεί η τορπίλη στο σωλήνα, με ιδιαίτερη προσοχή βυθίζεται μέχρι τον πυθμένα του. Πρέπει να σημειωθεί ότι η βύθιση αυτή, πρέπει να γίνεται πολύ προσεχτικά για να μην χτυπηθεί η άκρη της τορπίλης. Είναι δυνατό ο σωλήνας να έχει σπάσει ή να έχει φράξει σε κάποιο βάθος και δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να χτυπήσει η τορπίλη σε αυτή τη θέση ή στον πυθμένα.

Αφού λοιπόν η τορπίλη φτάσει στον πυθμένα, μετράται το ύψος του (μέσω των ενδείξεων επί του καλωδίου) και δημιουργείται αρχείο στο καταγραφέα. Κατά τη δημιουργία του αρχείου αυτού ζητούνται ορισμένα στοιχεία από το χρήστη. Τέτοια στοιχεία είναι, ο κωδικός της θέσης του αποκλισιομέτρου (π.χ. A-1, A-2), όνομα χρήστη, το μήκος του σωλήνα, οι μονάδες μέτρησης (σε πόδια ή μέτρα), και το βήμα των μετρήσεων (για το συγκεκριμένο όργανο και για το μετρικό σύστημα, 0.5m). Το όργανο αποθηκεύει επίσης την ημερομηνία και ώρα διεξαγωγής των μετρήσεων.

Μετά τη δημιουργία του αρχείου αρχίζει η διεξαγωγή των μετρήσεων. Οι μετρήσεις ξεκινούν από τον πυθμένα του αποκλισιομετρικού σωλήνα και με βήμα ίσο με 0.5m, καλύπτεται το συνολικό μήκος του σωλήνα.

Για κάθε βήμα, τα δεδομένα εμφανίζονται στην οθόνη αμέσως και όπως είναι αναμενόμενο μεταβάλλονται συνεχώς μέχρι να σταθεροποιηθεί η τορπίλη. Τότε οι ενδείξεις σταθεροποιούνται και εμφανίζεται η οριστική ένδειξη στο καταγραφέα. Ο χρήστης πιέζει το ειδικό πλήκτρο που βρίσκεται επί του καταγραφέα ή επί του ειδικού χειριστηρίου και αποθηκεύεται η ένδειξη για τη θέση αυτή.

Ο καταγραφέας περιμένει τη μέτρηση για το αμέσως επόμενο βήμα και ακολουθώντας την ίδια διαδικασία ολοκληρώνονται οι μετρήσεις μέχρι την κορυφή του σωλήνα.

Αφού φτάσει η τορπίλη στην κορυφή, περιστρέφεται κατά  $180^\circ$  έτσι ώστε οι κάτω τροχίσκοι να βρεθούν στον αρχικά σημειωμένο αύλακα. Βυθίζεται ξανά με προσοχή ο σωλήνας μέχρι τον πυθμένα και επαναλαμβάνονται οι μετρήσεις. Η επαναληπτική αυτή διαδικασία γίνεται ώστε να πραγματοποιηθεί έλεγχος των μετρήσεων που ελήφθησαν την πρώτη φορά. Αφού ολοκληρωθεί και αυτή η διαδικασία, ελέγχονται τα αποτελέσματα και αποθηκεύονται τα δεδομένα.

Σημειώνεται ότι οι σύγχρονοι τύποι τορπιλών (όπως αυτή που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα) επιτρέπουν τον ταυτόχρονο έλεγχο κατακορυφότητας κατά τις δυο κάθετες διευθύνσεις (A0-A180) και (B0-B180). Έτσι δεν απαιτείται η επανάληψη της διαδικασίας που αναφέρθηκε ανωτέρω κατά την διεύθυνση (B0-B180).

Ο καταγραφέας παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα ελέγχου των μετρήσεων. Αυτό γίνεται ως εξής: Σε μία θέση, όταν περιστρέφεται η τορπίλη κατά  $180^\circ$ , και λαμβάνονται μετρήσεις δεν πρέπει να αλλάξουν οι ενδείξεις των κλίσεων κατά απόλυτη τιμή, δηλαδή η τορπίλη στην ίδια θέση πρέπει να δείχνει την αντίθετη κλίση. Επειδή μπορεί κατά τη διεξαγωγή των μετρήσεων να μεσολαβήσουν σφάλματα όπως π.χ. ότι οι μετρήσεις που θεωρητικά λαμβάνονται ανά 0.5m να μην είναι ακριβώς στη σωστή υψομετρικά θέση, αλλά ακόμα και το ότι είναι πιθανό τη στιγμή της αποθήκευσης των αποτελεσμάτων να κινηθεί η τορπίλη αλλά και για άλλες περιπτώσεις, είναι χρήσιμος ένας στατιστικός έλεγχος.

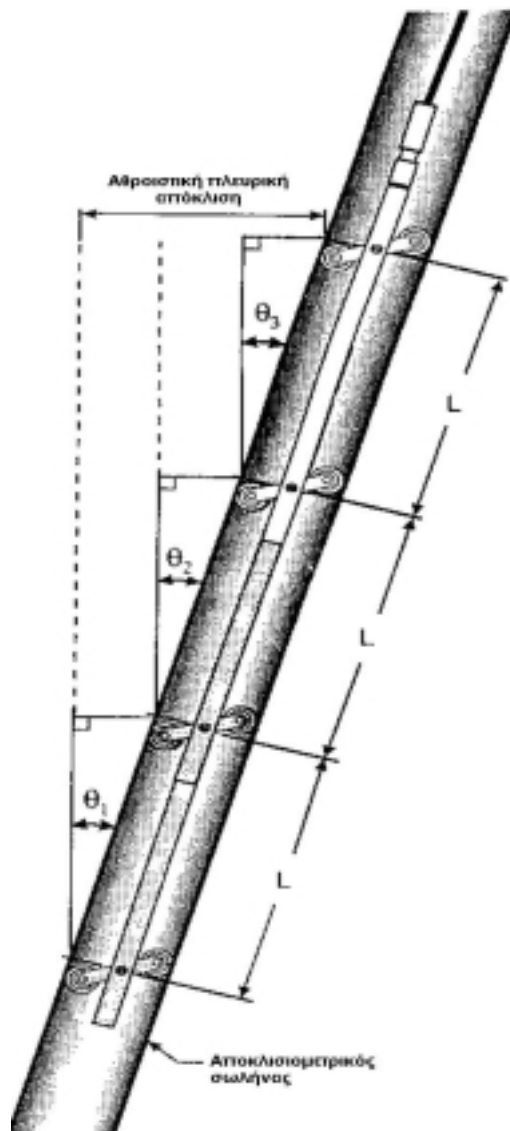
Μετά την ολοκλήρωση και αυτής της διαδικασίας, τα δεδομένα μεταφέρονται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή για επεξεργασία.



### 3.6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ

Αφού πραγματοποιηθεί η μεταφορά των δεδομένων, είναι δυνατόν από τις βηματικές οριζόντιες αποκλίσεις να υπολογιστεί η αθροιστική οριζόντια απόκλιση (Σχήμα 3-8). Αυτό πραγματοποιείται με βάση τις αρχές:

1. Θεωρούμε αμετακίνητο τον πυθμένα του σωλήνα
2. Αθροίζουμε τις βηματικές αποκλίσεις με το πρόσημό τους ξεκινώντας από κάτω.



Σχήμα 3-8: Υπολογισμός αθροιστικής οριζόντιας μετακίνησης

### 3.7. ΑΚΡΙΒΕΙΑ ΤΟΥ ΑΠΟΚΛΙΣΙΟΜΕΤΡΟΥ

Η ακρίβεια των μετρήσεων με χρήση αποκλισιομέτρου εξαρτάται από τον τύπο του αποκλισιομέτρου. Ο συγκεκριμένος τύπος που χρησιμοποιήθηκε στο εργοτάξιο είναι από τους πιο διαδεδομένους και παρέχει ακρίβεια της τάξης του 1-13mm στα 30m.

Το μέγιστο μήκος αποκλισιομετρικού σωλήνα που χρησιμοποιήθηκε στο εργοτάξιο είναι 14m. Αυτό σημαίνει ότι η ακρίβεια των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν κυμαίνονται μεταξύ 0.4 έως 6.5mm. Το εύρος αυτό είναι αρκετά μεγάλο και η πραγματική ακρίβεια των μετρήσεων εξαρτάται από τις συνθήκες των μετρήσεων, τη σωστή τοποθέτηση του αποκλισιομέτρου και την κατακορυφότητα του.

Επειδή τα αποκλισιόμετρα τοποθετήθηκαν με τους κλωβούς μπορούμε να θεωρούμε ότι είναι σχεδόν κατακόρυφα και επιπλέον ότι αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του τοίχου αφού σκυροδετούνται μαζί με τον οπλισμό. Συνεπώς, οι συνθήκες εγκατάστασης του αποκλισιομετρικού σωλήνα και διεξαγωγής των μετρήσεων είναι πολύ καλές και είμαστε προς το κάτω όριο της ακρίβειας του οργάνου.

Η χρήση των αποκλισιομέτρων σε τέτοιου είδους εφαρμογές είναι θα λέγαμε «τυπική» και προτείνεται και από το Specification for Piling and Embedded Retaining Walls του Institution of Civil Engineers της Αγγλίας (έτος 1996).

### 3.8. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΟΤΑΞΙΟ

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, στο εργοτάξιο τοποθετήθηκαν τρεις αποκλισιομετρικοί σωλήνες στις θέσεις που φαίνονται στο Σχήμα 3-1. Για κάθε θέση αποκλισιομέτρου έγιναν οι ακόλουθες μετρήσεις:

- Καταγραφή Αρχικής Κατάστασης. Μετά την τοποθέτηση του αποκλισιομέτρου μέσα στον τοίχο, και την πήξη του σκυροδέματος, αλλά πριν την εκσκαφή από την εσωτερική μεριά του τοίχου,

πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες μετρήσεις. Οι μετρήσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν για να συγκριθούν με τα επόμενα βήματα και τελικά να βρεθεί η μετακίνηση του τοίχου. Η μέτρηση αυτή θα ήταν περιττή εάν είμαστε σίγουροι ότι η αρχική θέση του σωλήνα ήταν απολύτως κατακόρυφη. Αυτό όμως δεν συμβαίνει, αφού διάφοροι λόγοι αναγκάζουν το σωλήνα να εκτρέπεται από την κατακόρυφο. Τέτοιοι λόγοι είναι τα σημεία ανάρτησης του σωλήνα από τους οπλισμούς καθώς και τυχούσες επιβαλλόμενες παραμορφώσεις στις οποίες υπόκειται το σκυρόδεμα κατά τη σκυροδέτηση και την πήξη του.

- Εκσκαφή μέχρι τα -2.1m. Η στάθμη αυτή της εκσκαφής είναι χαρακτηριστική για όλους τους τοίχους. Πρόκειται για τη θέση στην οποία σταμάτησε η εκσκαφή και πραγματοποιήθηκαν οι αγκυρώσεις. Οι μετρήσεις γενικά πραγματοποιήθηκαν πριν από τις αγκυρώσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις είχαν πραγματοποιηθεί οι αγκυρώσεις τη στιγμή των μετρήσεων αλλά δεν είχαν τανυστεί. Όπως είναι λογικό, κατά τη κατασκευή των αγκυρώσεων δεν περιμένουμε μεταβολή της μετακίνησης του τοίχου πριν την τάνυση ενώ περιμένουμε μετά από αυτήν. Μετρήσεις μετά τη τάνυση ελήφθησαν όπου ήταν δυνατό ανάλογα με την πρόοδο του έργου.
- Τελική στάθμη εκσκαφής. Η τελική κατάσταση στην οποία ελήφθησαν μετρήσεις είναι αυτή στην οποία η εκσκαφή καθ' όλο το μήκος του τοίχου έχει φτάσει τα -7.5m. Η στάθμη αυτή, είναι η τελική στάθμη εκσκαφής.

Πρέπει να τονιστεί, ότι ανάλογα με την πρόοδο του έργου, και για τις διάφορες θέσεις των αποκλισιομέτρων είναι πιθανό να υπάρχουν κάποιες διαφοροποιήσεις όσον αφορά στην πρόοδο του έργου και στη κατάσταση του τοίχου την ώρα των μετρήσεων. Οποιοσδήποτε διαφοροποιήσεις, αναφέρονται κατά περίπτωση στην ανάλυση που πραγματοποιείται ακολούθως για κάθε ένα από τα αποκλισιόμετρα.

### 3.9 ΑΠΟΚΛΙΣΙΟΜΕΤΡΟ Α – 1

#### 3.9.1 Διεξαγωγή Μετρήσεων

Στη θέση αυτή πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με την παραπάνω μεθοδολογία, οι μετρήσεις που αναφέρονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 3-1: Στοιχεία μετρήσεων αποκλισιομέτρου Α - 1

Ημερομηνία	Στάδιο Κατασκευής	Παρατηρήσεις	Αρχείο Μετρήσεων
20/6/2000 17:49 μμ	Καταγραφή αρχικής κατάστασης		Dymeon11.prn
28/6/2000 10:20 πμ	Εκσκαφή μέχρι τη στάθμη των $-2,1\text{m}$ χωρίς αγκυρώσεις	Δυσκολία μετρήσεων	Dymeon12.prn
18/8/2000 14:01 μμ	Εκσκαφή μέχρι την τελική στάθμη των $-7,5\text{m}$	Δυσκολία μετρήσεων	Dymeon13.prn

Οι παραπάνω μετρήσεις αποθηκεύτηκαν σε αρχείο ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα δεδομένα του αρχείου παρουσιάζονται στο Παράρτημα Δ για κάθε μια φάση μετρήσεων.

#### 3.9.2 Επεξεργασία στοιχείων

Όπως αναφέρθηκε ήδη στο προηγούμενο κεφάλαιο, ο καταγραφέας μας δίνει την βηματική κλίση για κάθε θέση της τορπίλης. Κατόπιν, με λογισμικό που διατίθεται από την εταιρεία Slope Indicator Co, προκύπτει η βηματική οριζόντια μετακίνηση και κατόπιν η αθροιστική οριζόντια μετακίνηση που μας ενδιαφέρει.

Για λόγους εκπαιδευτικούς, αλλά και για την εις βάθος κατανόηση των στοιχείων, έγινε επεξεργασία των αρχικών στοιχείων με τη χρήση του προγράμματος Microsoft Excel και επαληθεύτηκαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το ειδικό λογισμικό.

Τα αρχικά δεδομένα που αποθηκεύονται στον καταγραφέα φαίνονται στη πρώτη σελίδα του αρχείου Dymeon11.rpt που βρίσκεται στο Παράρτημα Δ. Παρατηρούμε ότι για κάθε θέση της τορπίλης (βήματος 0.5m), ο καταγραφέας έχει αποθηκεύσει τέσσερις ενδείξεις. Οι τέσσερις αυτές ενδείξεις είναι η βηματική κλίση κατά τις διευθύνσεις A0 και B0 καθώς και η βηματική κλίση κατά τις διευθύνσεις A180 και B180. Οι ενδείξεις είναι πινακοποιημένες ως εξής:

Πίνακας 3-2: Αρχικά δεδομένα για τη μέτρηση αρχικής κατάστασης

DEPTH	A0	A180	B0	B180
0,50	2880	-2866	-3231	3237
1,00	2700	-2685	-3011	3010
1,50	1917	-1889	-2292	2256
2,00	335	-323	-767	730
2,50	-395	410	-117	99
3,00	-455	470	-163	152
3,50	-347	368	-134	123
4,00	-110	121	-97	94
4,50	29	-19	-115	106
5,00	24	-11	-32	30
5,50	-140	151	102	-106
6,00	-362	371	97	-103
6,50	-1	13	126	-131
7,00	579	-572	-6	2
7,50	647	-632	-147	138
8,0	473	-452	-112	105
8,50	266	-252	-36	29
9,00	170	-160	5	-16

Όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3, ο σκοπός της επαναληπτικής μέτρησης με τη περιστροφή κατά 180° της τορπίλης είναι η επαλήθευση των αποτελεσμάτων. Εάν η διεξαγωγή των μετρήσεων γινόταν με τρόπο ιδανικό, θα έπρεπε οι τιμές των A180 (και B180) να είναι ίσες κατ' απόλυτη τιμή και με αντίθετο πρόσημο από τις τιμές των A0 (και B0) σε κάθε βήμα. Στην πράξη όμως υπεισέρχονται διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν τις μετρήσεις και

αλλοιώνουν την αληθινή εικόνα. Για το λόγο αυτό, επαναλαμβάνονται οι μετρήσεις και από τις 2 σχεδόν ίσες τιμές που έχουμε για κάθε άξονα σε κάθε θέση, λαμβάνουμε το μέσο όρο κατ' απόλυτη τιμή και σαν πρόσημο λαμβάνουμε το πρόσημο της πρώτης μέτρησης (Α0 και Β0).

Για την περίπτωση του άξονα Α, δηλαδή, και για την μέτρηση της Αρχικής Κατάστασης, προκύπτει:

Πίνακας 3-3: Υπολογισμός μέσης τιμής

DEPTH	A0	A180	M.O για A
0,50	2880	-2866	2873
1,00	2700	-2685	2692,5
1,50	1917	-1889	1903
2,00	335	-323	329
2,50	-395	410	-402,5
3,00	-455	470	-462,5
3,50	-347	368	-357,5
4,00	-110	121	-115,5
4,50	29	-19	24
5,00	24	-11	17,5
5,50	-140	151	-145,5
6,00	-362	371	-366,5
6,50	-1	13	-7
7,00	579	-572	575,5
7,50	647	-632	639,5
8,00	473	-452	462,5
8,50	266	-252	259
9,00	170	-160	165

Θεωρούμε ότι ο μέσος όρος παρέχει ικανοποιητική ακρίβεια και ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα. Αξίζει να σημειωθεί ότι, οι ενδείξεις αυτές δείχνουν να έχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους, αλλά στην πραγματικότητα οι διαφορές είναι πολύ μικρές δεδομένου ότι οι παραπάνω αριθμοί είναι πολλαπλασιασμένοι με τη σταθερά 25000. Επομένως στην πραγματικότητα το σφάλμα είναι ιδιαίτερα μικρό. Επιπλέον, ο καταγραφέας επιτρέπει τον έλεγχο των αποκλίσεων των τιμών, αμέσως μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων στο εργοτάξιο και στην περίπτωση που για την

ίδια θέση εντοπιστούν μεγάλες διαφορές στις δυο τιμές (A0 και A180 ή B0 και B180) επαναλαμβάνονται οι μετρήσεις.

Στη συνέχεια οι μετρήσεις διαιρούνται με τη σταθερά 25000 (για την περίπτωση του Μετρικού Συστήματος), και η προκύπτουσα τιμή είναι η κλίση του σωλήνα. Η τιμή της κλίσης, πολλαπλασιάζεται με το μήκος της τορπίλης, οπότε τελικά υπολογίζεται η οριζόντια βηματική μετακίνηση. Στον ακόλουθο πίνακα, παρουσιάζονται ενδεικτικά οι υπολογισμοί για τον άξονα Α των μετρήσεων της αρχικής κατάστασης.

Πίνακας 3-4: Υπολογισμός βηματικής οριζόντιας μετακίνησης από τις αρχικές μετρήσεις

ΜΕΤΡΗΣΗ		ΚΛΙΣΗ		ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ, mm
2873		0,114920		57,46
2692,5		0,107700		53,85
1903		0,076120		38,06
329		0,013160		6,58
-402,5		-0,016100		-8,05
-462,5		-0,018500		-9,25
-357,5		-0,014300		-7,15
-115,5		-0,004620		-2,31
24	/25000	0,000960	*500mm	0,48
17,5		0,000700		0,35
-145,5		-0,005820		-2,91
-366,5		-0,014660		-7,33
-7		-0,000280		-0,14
575,5		0,023020		11,51
639,5		0,025580		12,79
462,5		0,018500		9,25
259		0,010360		5,18
165		0,006600		3,30

Για τον υπολογισμό της αθροιστικής οριζόντιας απόκλισης από την βηματική, όπως επισημάνθηκε και στην παράγραφο 3.6, θεωρούμε αμετακίνητο τον πυθμένα και αθροίζουμε τις βηματικές μετακινήσεις από κάτω προς τα πάνω. Με αυτό τον τρόπο προκύπτει η αθροιστική οριζόντια μετακίνηση κατά τον άξονα Α.

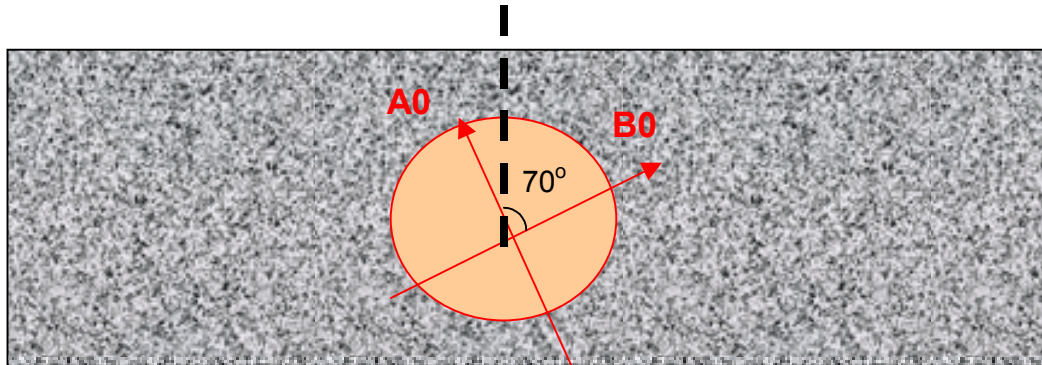
Πίνακας 3-5: Υπολογισμός αθροιστικής μετακίνησης και διόρθωση.

Βάθος, m	Βηματική στη διεύθυνση του A, mm	Αθροιστική στη διεύθυνση του A, mm	Διόρθωση Αθροιστικής λόγω διαφοράς προσανατολισμού
0,5	57,46	161,67	151,93
1,0	53,85	104,21	97,93
1,5	38,06	50,36	47,33
2,0	6,58	12,3	11,56
2,5	-8,05	5,72	5,38
3,0	-9,25	13,77	12,94
3,5	-7,15	23,02	21,63
4,0	-2,31	30,17	28,35
4,5	0,48	32,48	30,52
5,0	0,35	32	30,07
5,5	-2,91	31,65	29,74
6,0	-7,33	34,56	32,48
6,5	-0,14	41,89	39,37
7,0	11,51	42,03	39,50
7,5	12,79	30,52	28,68
8,0	9,25	17,73	16,66
8,5	5,18	8,48	7,97
9,0	3,3	3,3	3,10

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι αυλακώσεις που φέρει ο σωλήνας πρέπει να είναι σε διεύθυνση παράλληλη προς τη κίνηση που μας ενδιαφέρει. Στη συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει η κύρια διεύθυνση A να είναι κάθετη προς τον τοίχο. Στις δυο από τις τρεις περιπτώσεις τοποθέτησης των αποκλισιομετρικών σωλήνων αυτό δεν κατέστη δυνατό, καθώς η τοποθέτηση των σωλήνων πραγματοποιήθηκε από μη εξειδικευμένο προσωπικό. Αυτό σημαίνει ότι οι διεύθυνσεις A και B δεν ταυτίζονται με τους κύριους άξονες της κίνησης του τοίχου, δηλαδή του κάθετου και του παράλληλου στο επίπεδό του. Πρέπει επομένως να υπολογισθεί η συνιστώσα της διεύθυνσης A και η συνιστώσα της διεύθυνσης B που είναι κάθετη προς τον τοίχο. Γνωρίζοντας τη γωνία που δημιουργείται μεταξύ των αξόνων A ή B και του κάθετου μπορούμε να υπολογίσουμε τη συνιστώσα της A και της B που είναι κάθετη στον άξονα του τοίχου.



## Πλευρά Εκσκαφής



Σχήμα 3-9: Σχηματική κάτοψη τοίχου και αποκλισιομέτρου A-1. Διακρίνονται οι κύριοι άξονες του αποκλισιομέτρου καθώς και η κάθετη στον τοίχο που είναι και ο κύριος άξονας κίνησης.

Για την περίπτωση του αποκλισιομέτρου A-1, όπου σχηματίζεται γωνία  $20^\circ$  μεταξύ του κύριου άξονα A0 και της καθέτου στον τοίχο, η διόρθωση που γίνεται είναι:

$$\begin{aligned} & \text{Συνιστώσα της A στην κάθετη} = \\ & X(\text{Στήλη 4, πίνακα 3-5}) = X(\text{Στήλη 3, πίνακα 3-5}) * \cos 20^\circ \end{aligned}$$

Με βάση την ίδια λογική, υπολογίζεται και η συνιστώσα του άξονα της B οπότε σε αυτή την περίπτωση πολλαπλασιάζουμε με το συνημίτονο της γωνίας  $70^\circ$ . Τέλος, αθροίζουμε τις συνιστώσες των κυρίων αξόνων A και B και βρίσκουμε την αθροιστική οριζόντια μετακίνηση.

Με τον παραπάνω τρόπο υπολογίζουμε την αρχική θέση του σωλήνα. Με την ίδια μεθοδολογία υπολογίζουμε και τη θέση του σωλήνα για τις υπόλοιπες δυο μετρήσεις και προκύπτει ο Πίνακας 3-6.

Πίνακας 3-6: Υπολογισμός Αθροιστικών μετακινήσεων

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΘΡΟΙΣΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΑΘΕΤΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΟΙΧΟ ΣΥΝΙΣΤΩΣΑΣ ΤΩΝ 2 ΑΞΟΝΩΝ									
ΒΑΘΟΣ	Α Μέτρηση			Β Μέτρηση			Γ Μέτρηση		
	Αξ.Α	Αξ. Β	Τελική	Αξ.Α	Αξ. Β	Τελική	Αξ.Α	Αξ. Β	Τελική
0,5	151,930	-67,441	<b>84,489</b>	154,401	-67,0301	<b>87,371</b>	53,246	-13,327	<b>39,919</b>
1,0	97,932	-45,282	<b>52,650</b>	100,187	-44,97338	<b>55,214</b>	53,246	-13,327	<b>39,919</b>
1,5	47,326	-24,654	<b>22,672</b>	49,365	-24,43438	<b>24,931</b>	53,246	-13,327	<b>39,919</b>
2,0	11,559	-9,072	<b>2,487</b>	13,316	-8,945341	<b>4,371</b>	17,818	1,77125	<b>19,589</b>
2,5	5,375	-3,943	<b>1,432</b>	6,550	-3,65899	<b>2,891</b>	13,645	6,86575	<b>20,511</b>
3,0	12,940	-3,203	<b>9,737</b>	13,965	-2,956656	<b>11,008</b>	20,863	7,56465	<b>28,427</b>
3,5	21,633	-2,124	<b>19,509</b>	22,516	-1,904868	<b>20,612</b>	29,818	8,71922	<b>38,538</b>
4,0	28,352	-1,244	<b>27,109</b>	29,104	-1,065493	<b>28,039</b>	36,519	9,66138	<b>46,180</b>
4,5	30,523	-0,589	<b>29,934</b>	31,162	-0,445383	<b>30,717</b>	38,774	10,4117	<b>49,186</b>
5,0	30,072	0,168	<b>30,240</b>	30,580	0,28436	<b>30,864</b>	38,389	11,2545	<b>49,643</b>
5,5	29,743	0,380	<b>30,123</b>	30,335	0,40427	<b>30,740</b>	38,267	11,4737	<b>49,740</b>
6,0	32,478	-0,332	<b>32,146</b>	32,957	-0,322046	<b>32,635</b>	40,926	10,7543	<b>51,681</b>
6,5	39,366	-1,018	<b>38,349</b>	39,752	-1,000398	<b>38,751</b>	47,598	10,0143	<b>57,613</b>
7,0	39,498	-1,898	<b>37,600</b>	39,799	-1,887738	<b>37,911</b>	46,931	9,06183	<b>55,993</b>
7,5	28,681	-1,871	<b>26,811</b>	28,841	-1,850051	<b>26,991</b>	35,532	9,0447	<b>44,577</b>
8,0	16,662	-0,894	<b>15,768</b>	16,765	-0,880487	<b>15,885</b>	23,052	9,90463	<b>32,957</b>
8,5	7,969	-0,151	<b>7,818</b>	8,110	-0,143893	<b>7,966</b>	13,955	10,4905	<b>24,446</b>
9,0	3,101	0,072	<b>3,173</b>	3,214	0,075372	<b>3,289</b>	8,514	10,5419	<b>19,056</b>
9,5							4,802	10,2849	<b>15,087</b>
10,0							4,765	9,15775	<b>13,922</b>
10,5							1,804	7,61604	<b>9,420</b>
11,0							-1,109	6,34499	<b>5,236</b>
11,5							-2,678	4,69022	<b>2,012</b>

Από τις μετρήσεις του Πίνακα 3-6 (και θεωρώντας κατακόρυφο το αποκλισίμετρο), αφαιρούμε τις μετακινήσεις του τοίχου στις επόμενες φάσεις από την αρχική, σύμφωνα με τον Πίνακα 3-7.

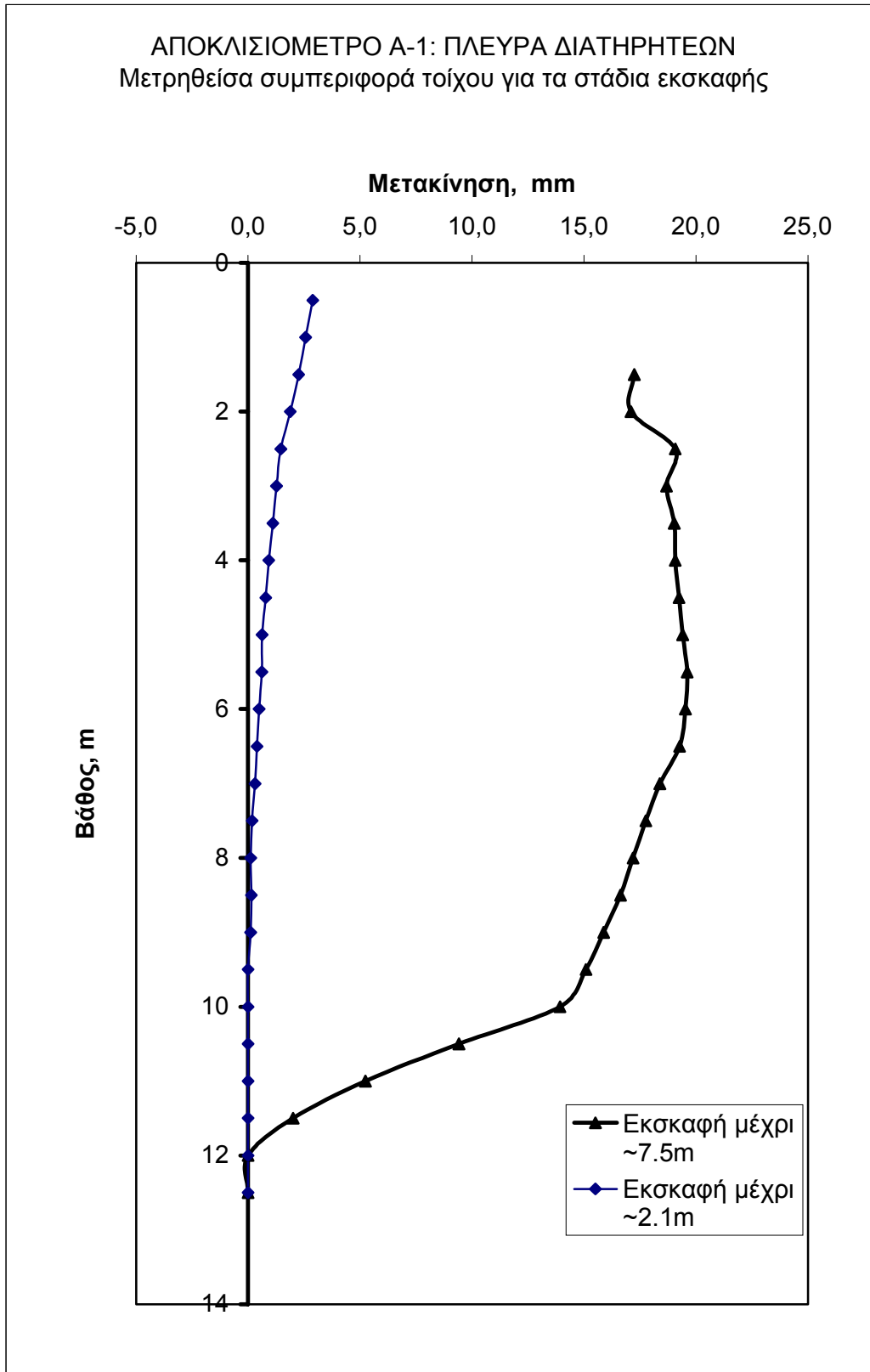
Πίνακας 3-7 Υπολογισμός οριζοντίων μετακινήσεων Αποκλισιόμετρου Α - 1

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΟΙΧΟΥ ΘΕΩΡΟΥΜΕΝΗΣ ΤΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ (ΜΕΤΡΗΣΗ Α) ΩΣ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ						
ΒΑΘΟΣ	Α Μέτρηση		Β Μέτρηση		Γ Μέτρηση	
0						
0,5	84,489	<b>0,000</b>	87,371	<b>2,883</b>	39,919	
1	52,65	<b>0,000</b>	55,214	<b>2,564</b>	39,919	
1,5	22,672	<b>0,000</b>	24,931	<b>2,259</b>	39,919	<b>17,247</b>
2	2,4869	<b>0,000</b>	4,371	<b>1,884</b>	19,589	<b>17,102</b>
2,5	1,432	<b>0,000</b>	2,891	<b>1,459</b>	20,511	<b>19,079</b>
3	9,7371	<b>0,000</b>	11,008	<b>1,271</b>	28,427	<b>18,690</b>
3,5	19,509	<b>0,000</b>	20,612	<b>1,103</b>	38,538	<b>19,029</b>
4	27,109	<b>0,000</b>	28,039	<b>0,930</b>	46,180	<b>19,071</b>
4,5	29,934	<b>0,000</b>	30,717	<b>0,783</b>	49,186	<b>19,252</b>

5	30,24	<b>0,000</b>	30,864	<b>0,624</b>	49,643	<b>19,403</b>
5,5	30,123	<b>0,000</b>	30,740	<b>0,616</b>	49,740	<b>19,617</b>
6	32,146	<b>0,000</b>	32,635	<b>0,490</b>	51,681	<b>19,535</b>
6,5	38,349	<b>0,000</b>	38,751	<b>0,402</b>	57,613	<b>19,264</b>
7	37,6	<b>0,000</b>	37,911	<b>0,311</b>	55,993	<b>18,393</b>
7,5	26,811	<b>0,000</b>	26,991	<b>0,180</b>	44,577	<b>17,766</b>
8	15,768	<b>0,000</b>	15,885	<b>0,117</b>	32,957	<b>17,189</b>
8,5	7,8184	<b>0,000</b>	7,966	<b>0,148</b>	24,446	<b>16,627</b>
9	3,1731	<b>0,000</b>	3,289	<b>0,116</b>	19,056	<b>15,883</b>
9,5		<b>0,000</b>	-	<b>0,000</b>	15,087	<b>15,087</b>
10		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	13,922	<b>13,922</b>
10,5		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	9,420	<b>9,420</b>
11		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	5,236	<b>5,236</b>
11,5		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	2,012	<b>2,012</b>
12		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>
12,5		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>

Τοποθετώντας σε γράφημα τις οριζόντιες μετακινήσεις του αποκλισημέτρου A-1 ως συνάρτηση του βάθους για τα διάφορα στάδια κατασκευής, προκύπτει το γράφημα του Σχήματος 3-10.

Η μορφή της μετακίνησης του διαφραγματικού τοίχου για το στάδιο εκσκαφής μέχρι τα  $-2.1\text{m}$  είναι μια τυπική μορφή μετακίνησης προβόλου. Για το τελικό στάδιο εκσκαφής, όπως φαίνεται από το σχήμα, παρουσιάζεται μια μέγιστη μετακίνηση της τάξης των 20mm, ενώ η μετακίνηση στη θέση του αγκυρίου είναι περίπου 18mm. Η μετακίνηση αυτή δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλη δεδομένου ότι όπως προέκυψε στο επόμενο στάδιο της ανάλυσης, χωρίς την παρουσία του αγκυρίου θα οδηγούμασταν σε πολύ μεγαλύτερες παραμορφώσεις και τελικά σε αστοχία.



Σχήμα 3-10: Μετρηθείσα συμπεριφορά τοίχου για τα διάφορα στάδια εκσκαφής και για το Αποκλισιόμετρο Α-1.

### 3.9.3. Προβλήματα στη διεξαγωγή μετρήσεων

Στον Πίνακα 3-7, μπορεί να παρατηρήσει κανείς ότι ενώ οι δυο αρχικές μετρήσεις πραγματοποιούνται ξεκινώντας από βάθος  $-9.0\text{m}$ , η τελευταία έχει μετρήσεις για βάθος μέχρι  $11.5\text{m}$ . Η εξήγηση που μπορεί να δοθεί είναι ότι αρχικά ο σωλήνας είχε φράξει στη στάθμη των  $-9.5\text{m}$  εμποδίζοντας την τορπίλη να προχωρήσει σε μεγαλύτερο βάθος, και προφανώς μεταξύ των μετρήσεων 2 και 3 πραγματοποιήθηκε απόφραξη του, επιτρέποντας στη τορπίλη να προχωρήσει σε μεγαλύτερο βάθος.

Κατά τη διεξαγωγή του τρίτου σταδίου μετρήσεων παρουσιάστηκε αδυναμία της τορπίλης να περάσει μέσα από το σωλήνα σε βάθος  $-2,0\text{m}$ . Το σοβαρό αυτό πρόβλημα αποδόθηκε αρχικά σε φράξιμο του σωλήνα πιθανόν από κάποια μπάζα που θα έπεσαν από την κορυφή του αποκλισιομετρικού σωλήνα. Για την απομάκρυνση των υλικών, πραγματοποιήθηκε εισπίεση νερού αλλά και πεπιεσμένου αέρα μέσα στον αποκλισιομετρικό σωλήνα χωρίς όμως αποτέλεσμα (Σχήμα 3-11). Είναι πιθανόν όμως η απόφραξη σε βάθος  $9,0\text{m}$  να οφείλεται σε αυτή τη προσπάθεια.



Σχήμα 3-11: Εισπίεση αέρα στον αποκλισιομετρικό σωλήνα

Τελικά διαπιστώθηκε ότι κατά τη διάρκεια της εκσκαφής μέχρι βάθους  $-2.1\text{m}$  ο εκσκαφέας χτύπησε και έσπασε το σωλήνα σε βάθος  $1,96\text{m}$ . Το ίδιο πρόβλημα παρατηρήθηκε και σε βάθος  $2,66\text{m}$ . Το πρόβλημα

αντιμετωπίστηκε με τοπική θράυση του τοίχου και του σωλήνα στη θέση αυτή και πέρασμα των τροχίσκων της τορπίλης με το χέρι από τις θέσεις των σημείων αυτών.

Η αντιμετώπιση όλων αυτών των δυσκολιών δε θα μπορούσε να είναι επιτυχής χωρίς την υποστήριξη του εργατοτεχνικού προσωπικού της Εταιρείας Θεμελιοδομή ΑΕ και ιδιαίτερα του κ. Σωκράτη Αναγνώστου.



Σχήματα 3-12 και 3-13: Απόψεις των τομών που έγιναν στο σωλήνα για τη διέλευση της τορπίλης

### 3.10. ΑΠΟΚΛΙΣΙΟΜΕΤΡΟ Α – 2

#### 3.10.1. Διεξαγωγή Μετρήσεων

Στη θέση αυτή πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με την παραπάνω μεθοδολογία, οι μετρήσεις που αναφέρονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 3-8: Στοιχεία μετρήσεων αποκλισιομέτρου Α - 2

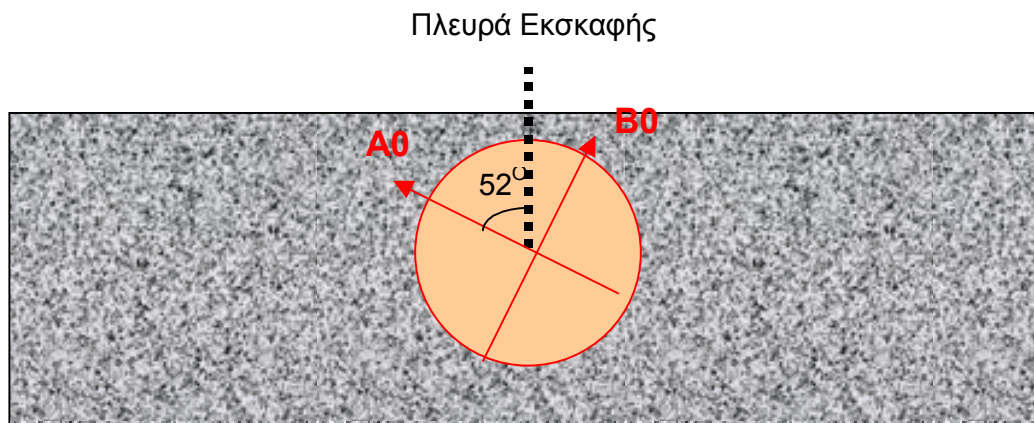
Ημερομηνία	Στάδιο Κατασκευής	Παρατηρήσεις	Αρχείο Μετρήσεων
28/6/2000 11:32 πμ	Καταγραφή αρχικής κατάστασης		Themel21.prn
17/7/2000 15:10 μμ	Εκσκαφή μέχρι τη στάθμη των -2,1m χωρίς αγκυρώσεις		Themel22.prn
28/7/2000 11:22 πμ	Εκσκαφή μέχρι τη στάθμη των -2,1m με αγκυρώσεις	Οι αγκυρώσεις δεν έχουν τανυστεί	Themel23.prn
29/10/2000 11:27 πμ	Εκσκαφή μέχρι την τελική στάθμη των -7,5m	Δυσκολία μετρήσεων	Themel24.prn

Οι παραπάνω μετρήσεις αποθηκεύτηκαν σε αρχείο ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα δεδομένα του αρχείου παρουσιάζονται στο Παράρτημα Δ για κάθε μια φάση μετρήσεων.

#### 3.10.2. Επεξεργασία στοιχείων

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας μετρήσεων, πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των αποτελεσμάτων με την ίδια μεθοδολογία όπως εφαρμόστηκε στο Αποκλισίμετρο Α-1 και περιγράφεται στην παράγραφο 3.8.2.

Επειδή και στην περίπτωση αυτή, όπως και στο Αποκλισιόμετρο A-1 οι κύριοι άξονες του αποκλισιομέτρου δεν ήταν κάθετοι και παράλληλοι στον τοίχο, έγινε αναγκαίο και πάλι να υπολογιστούν οι συνιστώσες των αξόνων A και B σε διεύθυνση κάθετη στον τοίχο. Η σχηματιζόμενη γωνία φαίνεται στο Σχήμα 3-14 και με βάση αυτή τη γεωμετρία, πραγματοποιήθηκαν οι κατάλληλες διορθώσεις.



Σχήμα 3-14: Σχηματική κάτοψη τοίχου και αποκλισιομέτρου A-2. Διακρίνονται οι κύριοι άξονες του αποκλισιομέτρου καθώς και η κάθετη στον τοίχο που είναι και ο κύριος άξονας κίνησης.

Ενδεικτικά, παρατίθεται ο ακόλουθος Πίνακας 3.9, στον οποίο φαίνεται η επεξεργασία των μετρήσεων για την πρώτη μέτρηση.

Πίνακας 3-9: Υπολογισμός συνιστώσας κάθετης στη διεύθυνση του άξονα του τοίχου από τις κύριες A και B.

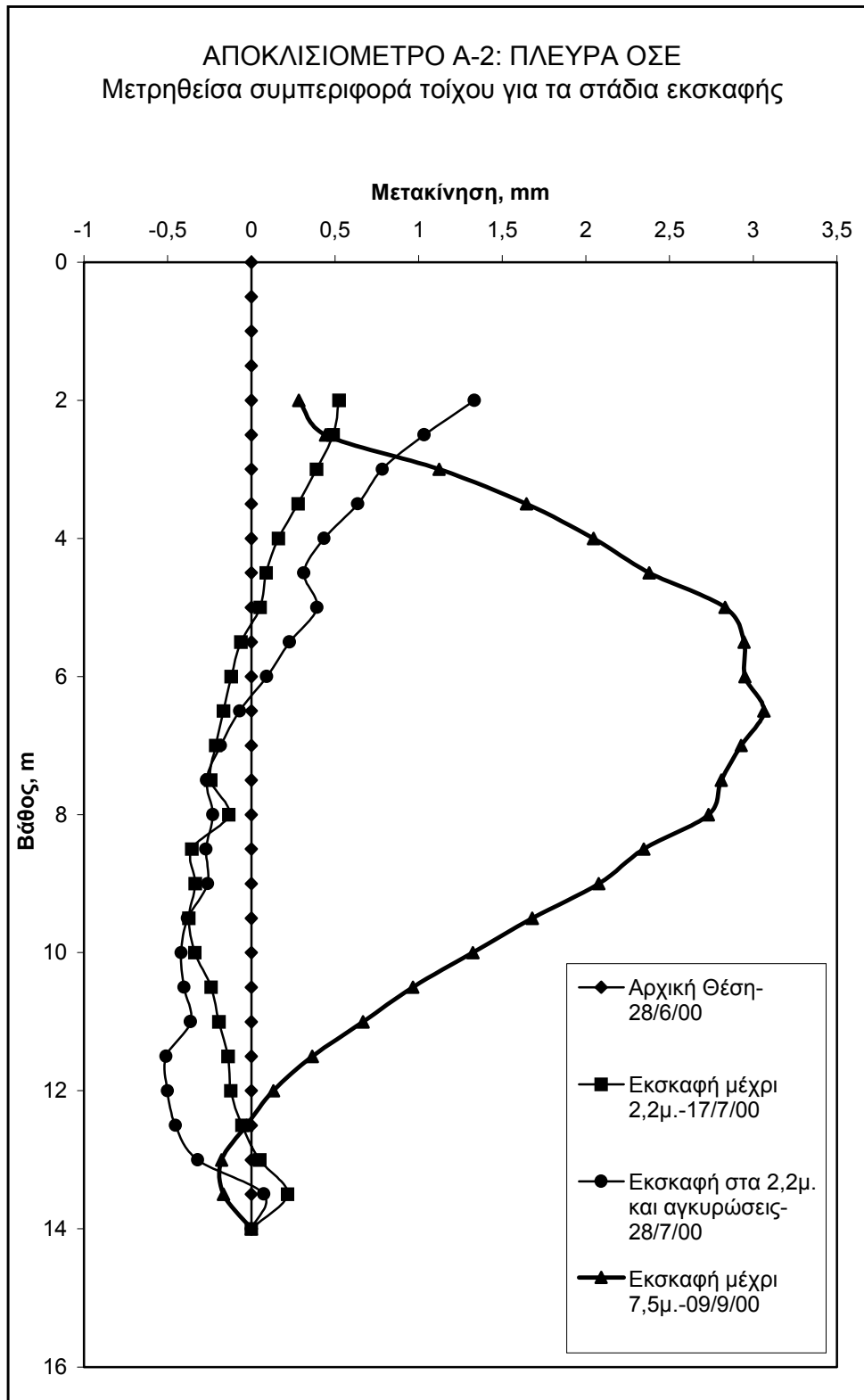
Βάθος	Α Μέτρηση: Αρχικής Κατάστασης				
	Αξ. A	Προβ. A	Αξ. B	Προβ. B	Άθροισμα
0,5	64,64	<b>39,820</b>	104,12	<b>82,069</b>	<b>121,889</b>
1	67,44	<b>41,545</b>	102,63	<b>80,895</b>	<b>122,439</b>
1,5	68,73	<b>42,339</b>	100,54	<b>79,247</b>	<b>121,587</b>
2	67,72	<b>41,717</b>	96,19	<b>75,819</b>	<b>117,536</b>
2,5	65,19	<b>40,159</b>	90,23	<b>71,121</b>	<b>111,279</b>
3	65,46	<b>40,325</b>	83	<b>65,422</b>	<b>105,747</b>
3,5	74,06	<b>45,623</b>	81,29	<b>64,074</b>	<b>109,697</b>
4	82,43	<b>50,779</b>	80,92	<b>63,783</b>	<b>114,561</b>
4,5	86,43	<b>53,243</b>	80,58	<b>63,515</b>	<b>116,758</b>
5	86,94	<b>53,557</b>	83,43	<b>65,761</b>	<b>119,318</b>



5,5	85,43	<b>52,627</b>	87,51	<b>68,977</b>	<b>121,604</b>
6	80,45	<b>49,559</b>	88,92	<b>70,088</b>	<b>119,647</b>
6,5	82,23	<b>50,656</b>	90,61	<b>71,420</b>	<b>122,076</b>
7	81,77	<b>50,372</b>	92,43	<b>72,855</b>	<b>123,227</b>
7,5	78,79	<b>48,537</b>	93,53	<b>73,722</b>	<b>122,259</b>
8	74,64	<b>45,980</b>	92,28	<b>72,737</b>	<b>118,717</b>
8,5	69,78	<b>42,986</b>	92,04	<b>72,548</b>	<b>115,534</b>
9	65,42	<b>40,300</b>	90,02	<b>70,955</b>	<b>111,256</b>
9,5	64,92	<b>39,992</b>	89,18	<b>70,293</b>	<b>110,286</b>
10	67,86	<b>41,803</b>	90,33	<b>71,200</b>	<b>113,003</b>
10,5	72,25	<b>44,508</b>	89,34	<b>70,419</b>	<b>114,927</b>
11	74,39	<b>45,826</b>	85,71	<b>67,558</b>	<b>113,384</b>
11,5	71,72	<b>44,181</b>	79,11	<b>62,356</b>	<b>106,537</b>
12	68,18	<b>42,001</b>	70,39	<b>55,483</b>	<b>97,483</b>
12,5	65,98	<b>40,645</b>	66,01	<b>52,030</b>	<b>92,676</b>
13	60,01	<b>36,968</b>	63,04	<b>49,689</b>	<b>86,657</b>
13,5	52,24	<b>32,181</b>	58,63	<b>46,213</b>	<b>78,394</b>
14	41,9	<b>25,811</b>	49,93	<b>39,356</b>	<b>65,167</b>
14,5	24,28	<b>14,957</b>	33,13	<b>26,114</b>	<b>41,071</b>

Τοποθετώντας σε γράφημα τις οριζόντιες μετακινήσεις του αποκλισημέτρου A-2 συναρτήσει του βάθους για τα διάφορα στάδια κατασκευής, προκύπτει το γράφημα του Σχήματος 3-15.

Από το γράφημα των μετακινήσεων παρατηρούμε ότι για το τελικό στάδιο εκσκαφής παρατηρήθηκε σχεδόν μηδενική μετακίνηση των αγκυρίων, ενώ η μέγιστη μετακίνηση είναι της τάξης των 3.5mm σε βάθος 6.5m. Η άριστη αυτή συμπεριφορά των αγκυρίων μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, εντοπίστηκε σε βάθος -2.0m ένα στρώμα αμμοχάλικου πάχους 2.0m το οποίο έδρασε ευεργετικά για την συμπεριφορά των αγκυρίων.



Σχήμα 3-15: Μετρηθείσα συμπεριφορά τοίχου για τα διάφορα στάδια εκσκαφής και για το Αποκλισιόμετρο A-2.

### 3.10.3. Προβλήματα στη διεξαγωγή μετρήσεων

Κατά τη διεξαγωγή του τρίτου σταδίου μετρήσεων παρουσιάστηκε αδυναμία της τορπίλης να περάσει μέσα από το σωλήνα σε βάθος  $-1.5\text{m}$ . Το πρόβλημα αυτό είχε εμφανιστεί ήδη και στο Αποκλισιόμετρο A-1 και η εμπειρία πλέον μας έκανε να υποπτευθούμε τοπική ζημιά στο σωλήνα. Το σημείο στο οποίο εντοπίστηκε το πρόβλημα ήταν το σημείο στο οποίο είχε σταματήσει η σκυροδέτηση του διαφραγματικού τοίχου, ενώ στο διάστημα μεταξύ της τρίτης και της τέταρτης και τελευταίας μέτρησης είχε πραγματοποιηθεί σκυροδέτηση του υπόλοιπου τμήματος.



Σχήμα 3-16: Θραύση του τοίχου τοπικά και αποκάλυψη του αποκλισιόμετρου ακριβώς στη διεπιφάνεια μεταξύ παλαιάς και νέας σκυροδέτησης.

Πραγματοποιήθηκε πάλι τοπική θραύση του τοίχου ώστε να αποκαλυφθεί ο σωλήνας και πραγματικά φάνηκε ότι κατά τη σκυροδέτηση ο σωλήνας είχε σπάσει εξαιτίας ενός χαλικιού που σφήνωσε μεταξύ του σωλήνα και του οπλισμού και έσπασε το σωλήνα. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, η τορπίλη πέρασε μέσα από το σωλήνα με τη βοήθεια των χεριών, ώστε να ξαναμπούν οι τροχίσκοι στις προβλεπόμενες τροχιές του σωλήνα.

### 3.11. ΑΠΟΚΛΙΣΙΟΜΕΤΡΟ Α-3

#### 3.11.1. Διεξαγωγή Μετρήσεων

Στη θέση αυτή πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με την παραπάνω μεθοδολογία, οι μετρήσεις που αναφέρονται στον επόμενο πίνακα:

Πίνακας 3-8: Στοιχεία μετρήσεων αποκλισιομέτρου Α - 3

Ημερομηνία	Στάδιο Κατασκευής	Παρατηρήσεις	Αρχείο Μετρήσεων
17/7/2000 14:18 μμ	Καταγραφή αρχικής κατάστασης	Έχει πραγματοποιηθεί μερική εκσκαφή	Dymeon31.prn
08/09/2000 18:26 μμ	Εκσκαφή μέχρι τη στάθμη των -2.1m χωρίς αγκυρώσεις	Υφίσταται η ράμπα	Dymeon32.prn
27/10/2000 15:12 μμ	Εκσκαφή μέχρι την τελική στάθμη των -7.5m	Υφίσταται η ράμπα	Dymeon33.prn

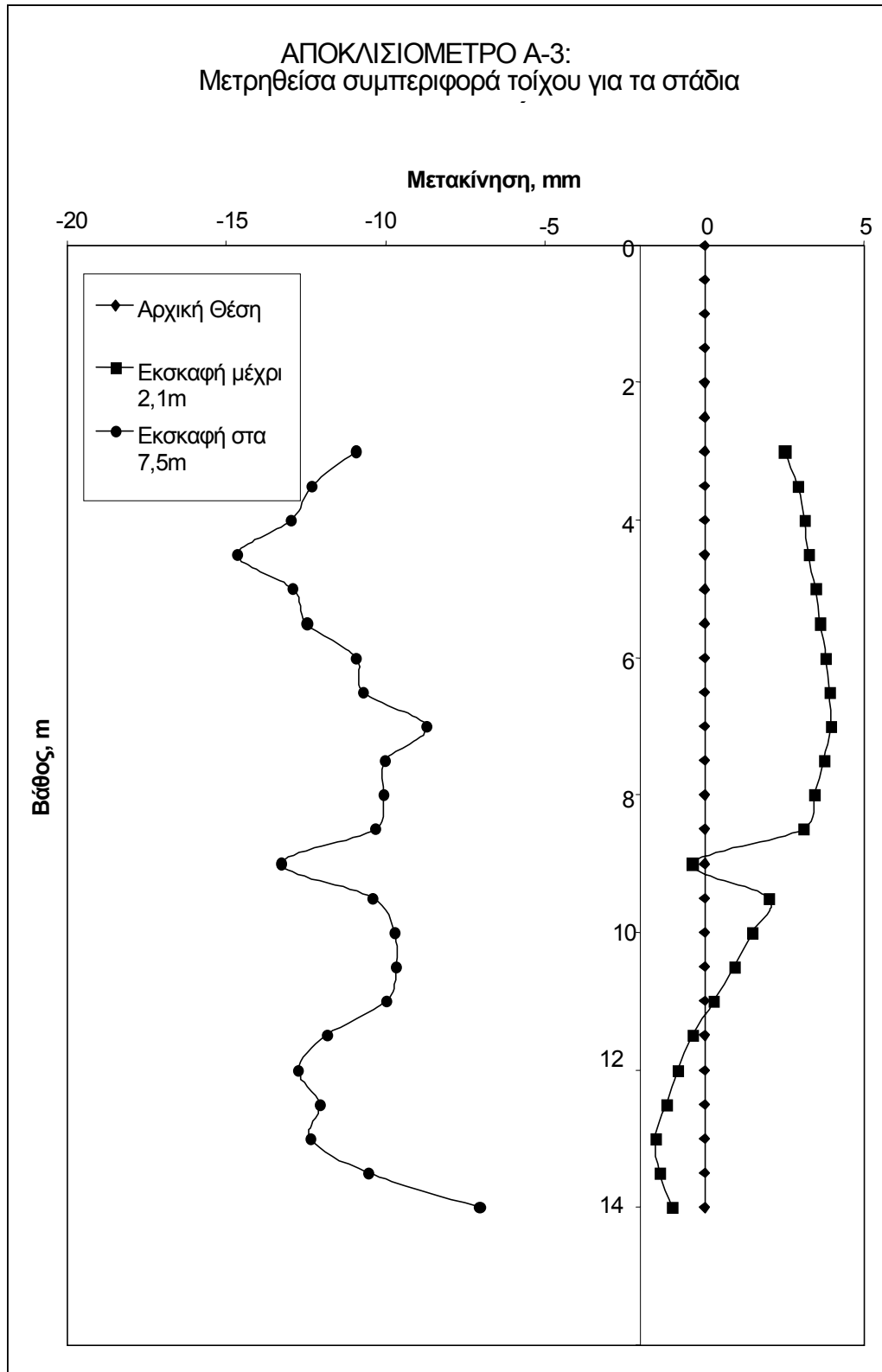
Οι παραπάνω μετρήσεις αποθηκεύτηκαν σε αρχείο ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα δεδομένα του αρχείου παρουσιάζονται στο Παράρτημα Δ για κάθε μια φάση μετρήσεων.

Η επιλογή της πλευράς αυτής για την τοποθέτηση του αποκλισιομέτρου ήταν ατυχής, δεδομένου ότι σύμφωνα με τον προγραμματισμό στην πλευρά αυτή παρέμεινε σχεδόν μέχρι το τέλος των εργασιών θεμελίωσης, η ράμπα καθόδου οχημάτων και εξοπλισμού. Ακόμα και όταν πραγματοποιήθηκε η τελευταία μέτρηση, η ράμπα αυτή υπήρχε και είναι αναμενόμενο να έχει επηρεάσει τα αποτελέσματα.

### 3.11.2 Επεξεργασία στοιχείων

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας των μετρήσεων, πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση το αποκλισιόμετρο είχε τοποθετηθεί με το κατάλληλο προσανατολισμό και επομένως δεν χρειάστηκε να γίνει περαιτέρω υπολογισμός, παρά μόνο υπολογισμός της κύριας διεύθυνσης A.

Τοποθετώντας σε γράφημα τις οριζόντιες μετακινήσεις του αποκλισιομέτρου A-3 συναρτήσει του βάθους για τα διάφορα στάδια κατασκευής, προκύπτει το Σχήμα 3-17. Όπως είναι προφανές, δεν παρατηρείται καμία «τυπική» συμπεριφορά του τοίχου και δεν μπορεί να εξαχθεί κανένα συμπέρασμα από τα αποτελέσματα.



Σχήμα 3-17: Μετρηθείσα συμπεριφορά τοίχου για τα διάφορα στάδια εκσκαφής και για το Αποκλισιόμετρο A-3.