

## 1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το εγχειρίδιο αφορά κυρίως τον επιβλέποντα και το προσωπικό του, τον υπεύθυνο ποιότητας κτλ. και καθοδηγεί αυτούς για τις απαραίτητες ενέργειες και την τήρηση των διαδικασιών αλλά ιδιαιτέρως για την πρόληψη εκβάσεων που αντιστρατεύονται το σκοπό της μελέτης και έχουν συνέπειες στο συνολικό προγραμματισμό υλοποίησης ενός έργου.

Ο σχεδιασμός ενός λιμενικού έργου περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα βήματα

### 1. Έρευνα του εδάφους.

#### 1.1 Γενικά

Η καλή γνώση και η λεπτομερής μελέτη της μορφολογίας και των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών τόσο της επιφάνειας του εδάφους όσο και του υπεδάφους είναι πρωταρχικής σημασίας για τον σχεδιασμό και την κατασκευή των λιμενικών έργων. Από τα χαρακτηριστικά αυτά, σε συνδυασμό με τις κυματικές συνθήκες και τις λειτουργικές απαιτήσεις, καθορίζονται τόσο η επιλογή της θέσης του λιμένα όσο και ο τύπος κατασκευής για το κάθε επί μέρους τμήμα του έργου (π.χ. κυματοθραύστης με κατακόρυφα μέτωπα ή με πρηνή κ.λπ.). Οι παραπάνω απαιτήσεις έχουν διαφορετικό ποιοτικό και ποσοτικό χαρακτήρα σε κάθε στάδιο της μελέτης.

#### 1.2 Εδαφικά χαρακτηριστικά (τιμές για σύνταξη προμελέτης).

##### 1.2.1 Γενικά.

Κατά τη σύνταξη προμελέτης, εάν δεν είναι γνωστά με ακρίβεια τα χαρακτηριστικά του εδάφους, μπορούν να λαμβάνονται για τους υπολογισμούς προσεγγιστικές μέσες τιμές ανάλογα με την κατηγορία στην οποία κατατάσσεται το υπ' όψη έδαφος. Για το λόγο αυτόν, είναι αναγκαία η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων που θα επιτρέψουν στον μελετητή να κατατάξει το εδαφικό υλικό σε κάποια από τις κατηγορίες που χαρακτηρίζουν σε γενικές γραμμές τη μηχανική συμπεριφορά του. Σ' αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τυχόν υπάρχοντα παλαιότερα γεωτεχνικά στοιχεία για την περιοχή του έργου, των οποίων όμως η αξιοπιστία πρέπει να κρίνεται και να ελέγχεται από τον μελετητή. Επισημαίνεται η περίπτωση αποθέσεων φερτών υλικών με ιδιότητες διαφορετικές από τις αναφερόμενες στα παλαιά στοιχεία

#### 1.3 Εδαφικά χαρακτηριστικά (τιμές για σύνταξη οριστικής μελέτης).

Η εκτέλεση της γεωτεχνικής έρευνας δεν θα πρέπει να παραλείπεται, παρά μόνον σε περιπτώσεις στις οποίες η εμπειρία και η γνώση της συμπεριφοράς του εδάφους για παρόμοιου τύπου κατασκευές είναι πολύ καλή και το έδαφος αρκετά ομοιόμορφο από πλευράς χαρακτηριστικών (π.χ. περιορισμένη επέκταση υπάρχοντος κρητιδώματος). Για μη συνεκτικά εδάφη, συνιστάται ο προσδιορισμός της πυκνότητας με επί τόπου δοκιμές.

#### 1.4 Διεξαγωγή της έρευνας του εδάφους

##### 1.4.1 Πηγές στοιχείων

Η πρώτη φάση της έρευνας του εδάφους πρέπει να περιλαμβάνει την αναζήτηση κάθε διαθέσιμης πληροφορίας. Τέτοιες πηγές πληροφοριών μπορούν να είναι:

- α) Υδρογραφικοί Χάρτες και Πλοηγοί.
- β) Βυθομετρικά διαγράμματα και παλαιότεροι χάρτες.
- γ) Μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής.
- δ) Γεωλογικοί χάρτες και μελέτες.
- ε) Στοιχεία υδατορρευμάτων της περιοχής και πληροφορίες για την ποσότητα και τη σύσταση των φερτών υλικών που μεταφέρουν.
- στ) Αεροφωτογραφίες ή δορυφορικές φωτογραφίες.
- ζ) Παλαιότερες μελέτες έργων σχετικές με την περιοχή του έργου.
- η) Τοπικοί και εθνικοί κανονισμοί, νομοθεσία, ύπαρξη αρχαιολογικών χώρων, βιοτόπων κ.λπ.

Τα στοιχεία που θα συγκεντρωθούν πρέπει να καλύπτουν όσο το δυνατόν ευρύτερη χρονική περίοδο, ώστε να καταστεί δυνατή η διαπίστωση των τάσεων μεταβολής που παρουσιάζονται (π.χ. θέση ακτογραμμής, πρόσχωση - διάβρωση, μεταβολές σύστασης φερτών υλικών κ.λπ.).

##### 1.4.2 Αναγνώριση της περιοχής

Από την αναγνώριση αυτή μπορούν να προκύψουν πληροφορίες για τη φύση του εδάφους, τις μορφολογικές ιδιαιτερότητες καθώς και την ύπαρξη άλλων έργων στην περιοχή των οποίων η παρατήρηση της συμπεριφοράς (προ-

**Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα**

σχώσεις, υποσκαφές, καθιζήσεις κ.λπ.) μπορεί να καθοδηγήσει τον μελετητή σε σχέση με τα προβλήματα που πιθανόν θα αντιμετωπίσει. Στους σκοπούς της αναγνώρισης είναι και η διάγνωση κάθε φυσικής διεργασίας με σημαντική εξέλιξη μέσα στη διάρκεια ζωής του έργου.

Χρήσιμη είναι η διαπίστωση της φύσης των ιζημάτων (κοκκομετρική σύσταση, στρωματογραφία). Τα ιζηματογενή πετρώματα είναι πιθανόν να παρουσιάζουν στο εσωτερικό τους κοιλότητες, των οποίων την πιθανότητα ύπαρξης πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας για το σχεδιασμό της γεωτεχνικής έρευνας.

**1.4.3 Υλικά κατασκευής**

Οι πηγές προέλευσης των απαιτούμενων υλικών για την κατασκευή κυματοθραυστών (λιθοσυντρίμματα, φυσικοί ογκόλιθοι, αδρανή σκυροδέματος) πρέπει να αναζητηθούν ήδη από τα πρώτα στάδια της προμελέτης. Η αναζήτηση αυτή μπορεί να γίνει με τη βοήθεια χαρτών, φωτογραφιών και αεροφωτογραφιών, παλαιότερων μελετών, και να συνδυασθεί με την επί τόπου αναγνώριση της περιοχής. Για την επιλογή των θέσεων λήψης των υλικών πρέπει να διεξαχθεί ποιοτικός έλεγχος του βραχύδου υλικού και εκτίμηση της δυνατότητάς του να δώσουν ογκόλιθους του απαιτούμενου μεγέθους και αντοχής.

**1.4.4 Γεωλογική θεώρηση**

Λεπτομέρειες για τη γεωλογική εξέταση περιέχονται στις **"Τεχνικές Προδιαγραφές Γεωλογικών Εργασιών μέσα στα πλαίσια τεχνικών έργων"** (ΥΠΕΧΩΔΕ, Ε 104-85, Φ.Ε.Κ. 29/11-2-86 Τεύχος Β').

Ο χαρακτήρας της γεωλογικής θεώρησης είναι μεν πολύ γενικός, οδηγεί όμως σε συμπεράσματα σε σχέση με τη συμπεριφορά των σχηματισμών σε μέση και μεγάλη κλίμακα. Για το λόγο αυτόν, είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε επίπεδο προκαταρκτικής μελέτης ή προμελέτης. Από την άλλη πλευρά, η λεπτομερής γεωτεχνική έρευνα με γεωτρήσεις, επί τόπου δοκιμές και εργαστηριακές δοκιμές, είναι οπωσδήποτε αναγκαία σε επίπεδο οριστικής μελέτης ενός έργου, γιατί αυτή μόνον μπορεί να μας δώσει με ακρίβεια τις τιμές των παραμέτρων συμπεριφοράς των εδαφικών υλικών για τον λεπτομερή υπολογισμό των έργων.

**1.4.5 Γεωφυσικές - σεισμικές έρευνες**

Οι γεωφυσικές - σεισμικές μέθοδοι έρευνας του υπεδάφους, που βασίζονται στη σεισμική διάθλαση και ανάκλαση, μπορούν να δώσουν προσεγγιστικά στοιχεία εδαφικών στρώσεων με έντονες διαφοροποιήσεις των χαρακτηριστικών διάδοσης των σεισμικών κυμάτων. Δεν μπορούν όμως να δώσουν ακριβή στοιχεία για τη μηχανική συμπεριφορά των υλικών ή γεωτεχνικά χαρακτηριστικά απ' ευθείας αξιοποιήσιμα σε υπολογισμούς αντοχής του εδάφους, ούτε και πληροφορίες για τις συνθήκες των υπογείων υδάτων. Μπορούν να δώσουν σε προκαταρκτικό επίπεδο πληροφορίες για το βάθος στο οποίο βρίσκονται συμπαγή βραχύδη στρώματα, βοηθώντας έτσι για παράδειγμα στην επιλογή θέσης για διάνοιξη υποθαλάσσιων διαύλων.

Τα αποτελέσματα των γεωφυσικών ερευνών πρέπει να συνδυάζονται και να επαληθεύονται από γεωτρήσεις και τις αντίστοιχες εργαστηριακές δοκιμές για τον προσδιορισμό της στάθμης των ορίων των στρώσεων και των μηχανικών χαρακτηριστικών των αντίστοιχων εδαφικών υλικών. Έτσι, οι γεωφυσικές μέθοδοι μπορούν να προσφέρουν πληροφορίες για τα πάχη των εδαφικών στρώσεων και να χρησιμοποιηθούν επικουρικά για το σχεδιασμό του προγράμματος των γεωτρήσεων.

**1.4.6 Γεωτεχνικές έρευνες και δοκιμές**

Οι διαδικασίες για τη διενέργεια των δειγματοληψιών, γεωτρήσεων και των διαφόρων επί τόπου ή εργαστηριακών δοκιμών περιγράφονται από τους ειδικούς κανονισμούς. Οι ισχύουσες προδιαγραφές περιλαμβάνονται στα παρακάτω κείμενα:

- **"Προδιαγραφές Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής"** (Ε 105-86). ΥΠΕΧΩΔΕ, Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86, Τεύχος Β'.
- **"Προδιαγραφές Επί Τόπου Δοκιμών Εδαφομηχανικής"** (Ε 106-86). ΥΠΕΧΩΔΕ, Φ.Ε.Κ. 955/31-12-86, Τεύχος Β'.

Για την εξακρίβωση της φύσης, σύστασης και μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους, τόσο στην ακτή όσο και στον πυθμένα της θάλασσας, χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι της εδαφομηχανικής (γεωτρήσεις, λήψεις αδιατάρακτων ή διαταραγμένων δειγμάτων, επί τόπου δοκιμές). Η έρευνα του υπεδάφους μπορεί να αρχίσει με σειρά στατικών ή δυναμικών πενетроμετρήσεων, που μας επιτρέπει μία αρχική χονδρική εκτίμηση της φύσης του υπεδάφους και μας βοηθά στον σχεδιασμό του προγράμματος των γεωτρήσεων.

Οι κύριες γεωτρήσεις, στη θέση της ακτογραμμής, πρέπει να φθάνουν σε βάθος διπλάσιο από την προβλεπόμενη υψομετρική διαφορά στάθμης του εδάφους από τις δύο πλευρές του έργου (π.χ. ύψος κρηπιδότοιχου). Συνιστάται απόσταση μεταξύ των γεωτρήσεων της τάξης των 50 m. Στην περίπτωση εδαφών με έντονη διαστρωμάτωση, απαιτείται η λήψη μεγάλου αριθμού αδιατάρακτων δειγμάτων.

Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα

Η γεωτεχνική έρευνα του πυθμένα γίνεται με γεωτρήσεις και επί τόπου δοκιμές που διενεργούνται με εξειδικευμένο εξοπλισμό. Επίσης, είναι σχετικά εύκολη η διενέργεια δειγματοληψίας του υλικού του πυθμένα ήδη από το στάδιο της αναγνώρισης της περιοχής ή της προμελέτης, ώστε ο μελετητής να έχει μία αρκετά συγκεκριμένη ιδέα της φύσης του πυθμένα και των αναμενόμενων προβλημάτων και δυσκολιών κατασκευής (π.χ. υλικό αμμώδες, βραχώδες, ιλύς κ.λπ.), που θα τον βοηθήσει στο σχεδιασμό και την τοποθέτηση των έργων.

Οι γεωτρήσεις και άλλες διερευνητικές εργασίες πρέπει να γίνονται σε όλο το μήκος του έργου, σε θέσεις και βάθη τέτοια που να καλύπτουν όλους τους αναμενόμενους μηχανισμούς παραμορφώσεων του εδάφους (π.χ. καθίζηση, τοπική θραύση εδάφους, βαθειά θραύση εδάφους).

Για τα επιμήκη έργα μέσα στη θάλασσα (μώλοι, κυματοθραύστες), πρέπει να γίνονται γεωτρήσεις και δειγματοληψίες κατά μήκος του άξονα του έργου. Για τους υπολογισμούς τους σχετικούς με τις βυθοκορήσεις στο εσωτερικό της λιμενολεκάνης, οι δειγματοληψίες πρέπει να γίνονται με βάση ορθογωνικό κানাβο.

### 1.5 Γεωτεχνικά προβλήματα

#### 1.5.1 Καθίζηση της έδρασης έργου με πρηνή.

Η καθίζηση της έδρασης ενός λιμενικού έργου με πρηνή (π.χ. κυματοθραύστη) μπορεί να οφείλεται στις παρακάτω αιτίες:

- α) Συμπύεση ή αστοχία του υλικού έδρασης.
- β) Ρευστοποίηση χαλαρού ή πολύ λεπτόκοκκου αμμώδους στρώματος στη στάθμη της θεμελίωσης, λόγω σεισμικής δράσης.
- γ) Ρευστοποίηση αμμώδους στρώματος λόγω ανάστροφης υδραυλικής κλίσης, οφειλόμενης στη δράση του κυματισμού.
- δ) Απόπλυση λεπτόκοκκου υλικού της έδρασης μέσα στο σώμα του έργου.

Η συμπίεση του εδάφους θεμελίωσης, οι καθιζήσεις και η ρευστοποίηση αντιμετωπίζονται σύμφωνα με τις θεωρίες και μεθόδους της Εδαφομηχανικής. Προβλήματα μπορεί να προκαλέσει η πλευρική διαφυγή του εδαφικού υλικού του πυθμένα. Συνήθης πρακτική για την αντιμετώπισή της είναι η "**εξυγίανση**" του πυθμένα, με αφαίρεση λεπτόκοκκου υλικού και αντικατάστασή του από λιθορριπή. Η μελέτη της ανάστροφης υδραυλικής κλίσης είναι αρκετά δύσκολη και απαιτεί σύνθετα μαθηματικά υπολογιστικά και εργαστηριακά προσομοιώματα. Ικανοποιητική λύση μπορεί να είναι η πρόβλεψη ογκολίθων αντιδιαβρωτικής προστασίας του ποδός του έργου. Σε ότι αφορά την μετακίνηση λεπτόκοκκου υλικού μέσα από τους πόρους λιθορριπής, αυτή μπορεί να αντιμετωπισθεί με τον κατάλληλο σχεδιασμό και διαστασιολόγηση της διατομής, με τήρηση των Κριτηρίων Φίλτρων, που περιγράφονται σε άλλο σημείο των Τεχνικών Οδηγιών (Κεφάλαιο 5.5), ή με τη χρήση κατάλληλα επιλεγμένων συνθετικών φίλτρων (γεωυφασμάτων).

#### 1.5.2 Καθίζηση κρηπιδωμάτων.

Πρέπει να εξετασθούν με προσοχή οι επιπτώσεις των καθιζήσεων των κρηπιδωμάτων, στη λειτουργία του λιμένα. Για τους κρηπιδοτόιχους όπου υπάρχουν π.χ. γερανοί σε σιδηροτροχιές, οι επιτρεπτές καθιζήσεις είναι μικρές. Για το λόγο αυτόν, είναι αναγκαία η προφόρτιση των τεχνητών ογκολίθων πριν από την κατασκευή της ανωδομής, ούτως ώστε να πραγματοποιηθεί τουλάχιστον το μεγαλύτερο ποσοστό των αναμενόμενων καθιζήσεων.

Σε θέσεις με πολύ συμπίεστο υπέδαφος, πρέπει να εξετασθούν προσεκτικά οι καθιζήσεις λόγω μόνιμων και κινητών φορτίων ή λόγω υπάρξεως ειδικών κατασκευών σημαντικού βάρους και να ληφθεί πρόνοια, τουλάχιστον σε επίπεδο οριστικής μελέτης, για την εφαρμογή κατάλληλης θεμελίωσης.

### 3. Κατηγορίες και μεγέθη πλοίων.

Οι βασικές διαστάσεις των πλοίων είναι οι ακόλουθες :

$l$  = Ολικό ή μέγιστο μήκος (length overall).

$l'$  = Μήκος μεταξύ των ορθίων ή καθέτων.

$\beta$  = Μέγιστο ή ολικό πλάτος (beam).

$t_{max}$  = Μέγιστο βύθισμα του πλοίου (draft).

$K$  = Κοίλο ή ύψος του πλοίου (height).

Οι σπουδαιότεροι όροι σχετικά με το βάρος και την χωρητικότητα ενός πλοίου είναι:

$G/T$  = Ολική χωρητικότητα (gross tonnage)

$N/T$  = Καθαρή χωρητικότητα (net tonnage)

D/T = Εκτόπισμα (displacement tonnage)

DW = Νεκρό βάρος (deadweight)

Αφορτο εκτόπισμα = Βάρος του πλοίου όταν είναι τελείως έτοιμο, αλλά κενό.

Εμφορτο εκτόπισμα = Το αφορτο εκτόπισμα μαζί με όλα τα πρόσθετα βάρη.

Οι βασικοί τύποι πλοίων είναι:

ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ (Passenger ships)

ΦΟΡΤΗΓΑ ΓΕΝΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ (General Cargo Carriers)

ΦΟΡΤΗΓΑ ΧΥΔΗΝ ΦΟΡΤΙΟΥ (Bulk carriers)

ΦΟΡΤΗΓΑ ΟΡΥΚΤΩΝ (Ore carriers)

ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ (Tankers)

ΦΟΡΤΗΓΑ ΑΕΡΙΩΝ (Gas carriers)

ΚΙΒΩΤΙΑΓΩΓΑ (Containerships)

ΟΧΗΜΑΤΑΓΩΓΑ (Ferry-boats)

ΑΛΙΕΥΤΙΚΑ (Fishing ships)

Κατά το στάδιο της προμελέτης λιμενικών έργων μπορούν να χρησιμοποιηθούν χαρακτηριστικά μεγέθη και διαστάσεις πλοίων από πίνακες της βιβλιογραφίας:

#### 4. Φορτίσεις Λιμενικών Έργων.

##### 4.1 Γενικές κατηγορίες συνδυασμών φορτίσεων

Οι στατικοί υπολογισμοί και οι αντίστοιχοι στατικοί έλεγχοι γίνονται βάσει των ακόλουθων γενικών κατηγοριών συνδυασμών φορτίσεων:

##### Κατηγορία 1

Περιλαμβάνει τις ωθήσεις γαιών από το ίδιο βάρος των γαιών, καθώς και από πρόσθετα φορτία χρήσης και φορτία γερανών επί σιδηροτροχιών. Περιλαμβάνονται επίσης τα φορτία από τα ίδια βάρη των κατασκευών και τα συνήθη φορτία χρήσης, καθών και κινητά ή άλλα φορτία, των οποίων η παρουσία και η δράση είναι ουσιαστικά μόνιμη επί της κατασκευής (π.χ. φορτία από σιλό δημητριακών).

##### Κατηγορία 2

Περιλαμβάνει φορτία που δεν δρουν μόνιμα επί της κατασκευής όπως π.χ. έλξη δέστρας, κρούση πλοίου, καθώς και πρόσθετες ωθήσεις γαιών λόγω προσωρινών φορτίων (π.χ. λόγω βαρέων μηχανημάτων που φορτίζουν το έργο μόνο κατά τη φάση της κατασκευής) κ.λπ.

##### Κατηγορία 3

Όπως η κατηγορία 2 αλλά λαμβανομένων υπ' όψη φορτίων που δεν προβλέφθηκαν στο σχεδιασμό (π.χ. φόρτιση ενός συνήθους κρηπιδώματος χύδην φορτίου με τμήματα διαλυμένων πλοίων) ή μερικής αστοχίας του έργου (π.χ. εκτεταμένη υποσκαφή του έργου λόγω διαβρώσεως).

Τα φορτία από δράση των κυματισμών δεν εντάσσονται άμεσα στις παραπάνω κατηγορίες, αλλά αντιμετωπίζονται σαν ειδικές περιπτώσεις.

Αναλυτικές πληροφορίες για τους συντελεστές ασφαλείας, ανά κατηγορία φορτίσεως, περιλαμβανομένων και των δράσεων των κυματισμών και του σεισμού, δίδονται στο Κεφάλαιο 5.

##### 4.2 Φορτία από άνεμο

Η άμεση επίδραση του ανέμου δεν έχει ιδιαίτερη σημασία στη διαστασιολόγηση των λιμενικών έργων, σε αντίθεση με άλλες φορτίσεις που δημιουργούνται από τον άνεμο, π.χ. λόγω ανεμογενών κυματισμών. Η δράση του ανέμου πάνω σε σημαντικές κατασκευές (π.χ. σιλό, αποθήκες, γερανοί κ.λπ.) που εδράζονται στο προς διαστασιολόγηση λιμενικό έργο πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη και να μεταφέρεται στο λιμενικό έργο υπό μορφήν κατάλληλων πρόσθετων φορτίων.

##### 4.3 Φορτία από ρεύματα

Τα φορτία αυτά δεν είναι σημαντικά για τα εξεταζόμενα εδώ έργα βαρύτητας και γι' αυτό δεν λαμβάνονται υπ' όψη στη διαστασιολόγησή τους. Ετσι και αλλιώς, στον Ελληνικό χώρο υπάρχει σχεδόν παντελής έλλειψη στοιχείων ρευμάτων. Τονίζεται πάντως ότι η γνώση της ύπαρξης και του μεγέθους των ρευμάτων που δρουν στην εξεταζό-

**Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα**

μενη θαλάσσια περιοχή των έργων έχει μεγαλύτερη σημασία για τα επί μέρους θέματα του σχεδιασμού, όπως π.χ. ο υπολογισμός της μεταφοράς ιζημάτων, ο προσανατολισμός και η διάταξη έργων προστασίας ακτών κ.λπ.

#### 4.4 Φορτία λόγω μεταβολής της στάθμης θάλασσας (παλίρροιες)

Τα λιμενικά έργα με πρηνή κατασκευάζονται από επιλεγμένα εδαφικά υλικά, τα οποία είναι διαπερατά από το νερό και έτσι εξασφαλίζουν την γρήγορη εξίσωση της στάθμης της θάλασσας μπροστά και πίσω από το έργο χωρίς την δημιουργία πρόσθετων φορτίων επί του έργου.

Τα λιμενικά έργα με κατακόρυφα μέτωπα που εξετάζονται εδώ κατασκευάζονται από σκυρόδεμα με διάφορους τρόπους (π.χ. από έγχυτο επί τόπου ύφαλο σκυρόδεμα, από πρόχυτους συμπαγείς τεχνητούς ογκολίθους, από πλωτά κιβώτια κ.λπ.). Σε όλα αυτά τα έργα υπάρχουν αρμοί.

Οι κρηπιδοίτοιχοι επίσης διαθέτουν ανακουφιστικό πρίσμα με εξαιρετικά διαπερατό υλικό (λιθορριπές). Οι αρμοί σε συνδυασμό με το ανακουφιστικό πρίσμα εξασφαλίζουν την γρήγορη εξίσωση της στάθμης της θάλασσας μπροστά και πίσω από το έργο χωρίς την δημιουργία πρόσθετων φορτίων επί του έργου.

Τονίζεται επίσης ότι οι παλίρροιες στον Ελληνικό θαλάσσιο χώρο έχουν μικρή επάλλαξη (μεταξύ 0.30 m και 0.60 m) σε αντίθεση με τις μεγάλες παλίρροιες που παρατηρούνται σε ποτάμους λιμένες της Κεντρικής Ευρώπης.

Η άνοδος της στάθμης λόγω κυματισμών εξετάζεται στην παρ. 4.5.

#### 4.5 Δυνάμεις από κυματισμούς σε έργα με κατακόρυφα μέτωπα και/ή μικτής διατομής

##### 4.5.1 Γενικά

Οι δυνάμεις αυτές πρέπει να υπολογίζονται και να λαμβάνονται υπ' όψη στις ακόλουθες περιπτώσεις έργων με κατακόρυφα μέτωπα:

- Κυματοθραύστες.
- Κρηπιδοίτοιχοι κατά το στάδιο κατασκευής, οπότε η επίχωση όπισθεν αυτών δεν έχει ολοκληρωθεί και έτσι είναι εκτεθειμένοι στην δράση των κυματισμών.
- Κάθε είδους έργα με κατακόρυφα μέτωπα για να εκτιμηθεί η υποπίεση λόγω της πτώσης της θαλάσσιας στάθμης κατά την φόρτιση του έργου από την κοιλάδα του κύματος.
- Γενικά σε όλα τα έργα με στόχο την εκτίμηση του κινδύνου υποσκαφής του έργου λόγω των κυματισμών και την επιλογή και διαστασιολόγηση κατάλληλης προστασίας ποδός.

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις φορτίσεως:

1. Το έργο φορτίζεται από μη θραυόμενους κυματισμούς, οι οποίοι ανακλώνται επί του έργου.
2. Το έργο φορτίζεται από κυματισμούς που θραύονται επί του έργου.
3. Το έργο φορτίζεται από κυματισμούς, οι οποίοι έχουν θραυσθεί προτού φθάσουν στο έργο.

##### 4.5.2 Δυνάμεις από μη θραυόμενους κυματισμούς (EAU, SPM)

Η πρώτη μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό των δυνάμεων από μη θραυόμενους κυματισμούς ήταν η μέθοδος Sainflou (1928). Η μέθοδος αυτή λόγω της απλής μορφής της και του συντηρητικού της χαρακτήρα χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα. Η χρήση της προτείνεται και από τον Γερμανικό Κώδικα συστάσεων για Λιμενικά έργα (EAU).

Από πειράματα που έγιναν από τον Rundgren (1958) διαπιστώθηκε ότι η μέθοδος του Sainflou δίνει κατανομές πιέσεων σημαντικά μεγαλύτερες των πραγματικών για κυματισμούς μεγάλης κυρτότητας. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώθηκε από πειράματα του Nagai.

Προτείνεται τελικά ο συνδυασμός των μεθόδων του Sainflou και του Rundgren, όπως συνιστάται στο Shore Protection Manual.

##### 4.5.3 Δυνάμεις από θραυόμενους κυματισμούς

Όταν τα κύματα θραύονται επί του έργου, εξασκούν σ' αυτό μεγάλες δυναμικές πιέσεις μικρής διάρκειας στην περιοχή γύρω από το σημείο που η κορυφή του κύματος χτυπά την κατασκευή. Για μία αναλυτική περιγραφή των φαινομένων που λαμβάνουν χώρα κατά τη θραύση των κυματισμών επί του έργου, βλ. [Brunh].

Για τον υπολογισμό των δυνάμεων από θραυόμενους κυματισμούς χρησιμοποιείται η μέθοδος του Minikin (1955, 1963).

Κατά την εικοσαετία 1960-1980 μελετήθηκε (θεωρητικά και πειραματικά) και κατασκευάσθηκε στην Ιαπωνία ένας μεγάλος αριθμός κυματοθραυστών με κατακόρυφα μέτωπα, κυρίως με πλωτά κιβώτια (caissons) και αναπτύχθη-

**Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα**

καν νέες μέθοδοι υπολογισμού των δυνάμεων από θραυόμενους και μη θραυόμενους κυματισμούς. Οι μέθοδοι αυτές έχουν ενταχθεί στους Ιαπωνικούς Κανονισμούς αλλά δεν έχουν γίνει ακόμη γενικά αποδεκτές.

#### 4.5.4 Δυνάμεις από κυματισμούς που έχουν ήδη θραυσθεί προ του έργου

Τέτοιες δυνάμεις ασκούνται σε παράκτια έργα με κατακόρυφα μέτωπα.

Για τον απλοποιημένο υπολογισμό των δυνάμεων, που παρατίθεται στη συνέχεια, γίνεται η βασική παραδοχή ότι το κύμα ταξιδεύει προς την ακτή διατηρώντας το ίδιο ύψος και την ίδια ταχύτητα που είχε κατά την θραύση, δηλ. κατά την στιγμή της θραύσης η κίνηση των μορίων μετατρέπεται από περιοδική σε μεταφορική.

Διακρίνονται δύο κατηγορίες έργων:

- α. Έργα με εξωτερικό μέτωπο κατόπιν της ισάλου γραμμής
- β. Έργα με εξωτερικό μέτωπο ανάντη της ισάλου γραμμής

#### 4.5.5 Λοξή πρόσπτωση κυματισμών

Σε περίπτωση λοξής πρόσπτωσης θραυομένων ή ήδη θραυσθέντων κυματισμών στο έργο, η μειωμένη δύναμη F' που ασκείται στο έργο

#### 4.5.6 Παρατηρήσεις

Όλες οι μέθοδοι που αναπτύχθηκαν στις παραγράφους 4.5.2 έως 4.5.4 για τον υπολογισμό των δυνάμεων από κυματισμούς είναι προσεγγιστικές και βασίζονται σε απλοποιητικές παραδοχές. Ιδιαίτερα οι υπολογισμοί για δυνάμεις από θραυόμενους ή ήδη θραυσθέντες κυματισμούς δίνουν συνήθως πολύ δυσμενείς εκτιμήσεις. Για τους παραπάνω λόγους προτείνεται η χρησιμοποίηση των μεθόδων αυτών μόνο σε στάδιο προμελέτης. Θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε στάδιο οριστικής μελέτης μόνο για μικρά έργα χαμηλού κόστους. Τονίζεται ότι για μεγάλα έργα σημαντικού κόστους πρέπει να πραγματοποιείται οπωσδήποτε μελέτη του έργου σε φυσικό ομοίωμα ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη διατομή του έργου από πλευράς ασφαλείας και οικονομίας, λαμβάνοντας υπ' όψη όλες τις παραμέτρους.

Συνιστάται επίσης να αποφεύγεται ο σχεδιασμός κυματοθραυστών με κατακόρυφα μέτωπα που θα είναι κατασκευασμένοι με πρόχυτους τεχνητούς ογκολίθους, ειδικά όταν αυτοί εκτίθενται σε ισχυρούς κυματισμούς, θραυόμενους ή μη, διότι ή δεν διαθέτουν αρκετή ευστάθεια ή για να επιτευχθεί η απαιτούμενη ευστάθεια οδηγείται κανείς σε αντισυμβαλλόμενες διατομές. Προτείνεται η χρησιμοποίηση μονολιθικών κατασκευών π.χ. από ύφαλο έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα ή ακόμη καλύτερα από πλωτά κιβώτια (caissons).

#### 4.6 Ωθήσεις γαιών

Λόγω του ίδιου βάρους των επιχώσεων όπισθεν των κρηπιδοτοίχων, καθώς και άλλων πρόσθετων κατακορύφων φορτίων, ασκούνται επί αυτών ενεργές ωθήσεις. Οι ωθήσεις αυτές ασκούνται κυρίως από το λεγόμενο "ανακουφιστικό πρίσμα", το οποίο κατασκευάζεται σε επαφή με την πίσω παρειά του κρηπιδοτοίχου, από καθαρούς λίθους λατομείου ατομικού βάρους 5-50 Kg (μη συνεκτικό υλικό).

Ο υπολογισμός των ενεργών ωθήσεων γίνεται με την μέθοδο του Coulomb, η οποία βασίζεται στην παραδοχή επίπεδης επιφάνειας ολίσθησης.

#### 4.7 Ελξη δέστρας

Οι δέστρες, απλές ή διπλές, τοποθετούνται κατά προτίμηση στα μέσα των τμημάτων της ανωδομής μεταξύ δύο αρμών, δηλ. σε αποστάσεις της τάξεως των 25 έως 30 m.

Σε κάθε δέστρα μπορεί να δένονται περισσότεροι του ενός κάβοι, των οποίων οι δυνάμεις έλξης μπορεί τμηματικά να αλληλοαναιρούνται σε συνάρτηση βέβαια και με την κατεύθυνση πνοής των εκάστοτε επικρατούντων ανέμων. Για τον λόγο αυτό και όσον αφορά τους γενικούς ελέγχους ευστάθειας των κρηπιδοτοίχων, τιμές έλξης δέστρας μπορούν να λαμβάνονται από πίνακες της βιβλιογραφίας.

Για τον αναλυτικό υπολογισμό των δεσρών και για τον έλεγχο της αγκυρώσεώς τους απαιτείται προηγουμένως ο υπολογισμός των δυνάμεων από τον άνεμο στο πλοίο ή τα πλοία σχεδιασμού. Οι δυνάμεις αυτές επιδρούν κατόπιν επί των δεσρών μέσω των κάβων του πλοίου. Η τελική δύναμη που ασκείται στην δέστρα εξαρτάται βέβαια και από τον αριθμό των προσδενομένων σκαφών, καθώς και τον τρόπο πρόσδεσης.

#### 4.8 Κρούση πλοίου

Για την προστασία των κρηπιδομάτων από κρούσεις πλοίων τοποθετούνται σε αυτά προσκρουστήρες, οι οποίοι χρησιμεύουν στην απορρόφηση της κινητικής ενέργειας της κρούσης. Μέσω των προσκρουστήρων και ανάλογα με το υλικό και τον τρόπο κατασκευής τους, ασκούνται στο κρηπίδωμα δυνάμεις κάθετες προς αυτό. Για την επιλογή των προσκρουστήρων και τον υπολογισμό της δυνάμεως που ασκείται στο κρηπίδωμα, απαιτείται κατ' αρχήν ο υπολογισμός της κινητικής ενέργειας του παραβάλλοντος πλοίου.

**Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα**

Συνιστάται πάντως να λαμβάνει ο μελετητής ίδια γνώση των συνθηκών της θαλάσσιας περιοχής όπου θα κατασκευασθούν τα έργα, καθώς και των ιδιομορφιών που τυχόν παρουσιάζουν τα πλοία σχεδιασμού για το συγκεκριμένο έργο.

Η επιλογή και ο σχεδιασμός κατάλληλων προσκρουστήρων βάσει της κινητικής ενέργειας Α, πρέπει να γίνεται με στενή συνεργασία κατασκευαστών προσκρουστήρων και μελετητή για το συγκεκριμένο έργο, ώστε ο μελετητής να έχει στη διάθεσή του πραγματικά στοιχεία για την ελαστική συμπεριφορά του προσκρουστήρα και τις αναπτυσσόμενες δυνάμεις στο κρηπίδωμα.

#### 4.9 Φορτία χρήσης

Πρόκειται για κατακόρυφα φορτία που φορτίζουν την χερσαία ζώνη όπισθεν του κρηπιδοτόιχου και οφείλονται στην στοιβασιά διαφόρων εμπορευμάτων κ.λπ. Συγκεκριμένα προτείνονται οι ακόλουθες τιμές:

Επισημαίνεται η μεγάλη σημασία της ρεαλιστικής εκτίμησης των χρήσεων των κρηπιδωμάτων προς αποφυγή τόσο υπερδιαστασιολογήσεων, όσο και αστοχιών.

#### 4.10 Φορτία κυκλοφορίας

Σχετικά με τον ορισμό των φορτίων κυκλοφορίας γίνεται διάκριση μεταξύ ζωνών κυκλοφορίας και υπολοίπων ζωνών.

Ο μελετητής πρέπει από τις παραπάνω κατηγορίες να επιλέξει κατά περίπτωση την κατάλληλη. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί και στις φορτίσεις από βαρέα μηχανήματα κατά την φάση κατασκευής του έργου, τα οποία πιθανόν να μην φορτίζουν πλέον το έργο κατά την φάση λειτουργίας του (π.χ. κατασκευή κρηπιδοτόιχων και χερσαίων χώρων μαρινών με χερσαία μέσα κατασκευής). Για τον λόγο αυτό παίζει πολύ σημαντικό ρόλο ο καθορισμός του τρόπου και των φάσεων κατασκευής του έργου ήδη από το στάδιο της μελέτης.

#### 4.11 Φορτία γερανών επί σιδηροτροχιών

Οι γερανοί, που χρησιμοποιούνται συνήθως στα λιμάνια, για φορτοεκφόρτωση προϊόντων γενικού εμπορίου, κινούνται πάνω σε δύο ή τρεις σιδηροτροχιές και η ανυψωτική τους ικανότητα κυμαίνεται από 4 έως 45 t σε απόσταση 20 έως 45 m. Στοιχεία για τα κατακόρυφα φορτία που μεταβιβάζονται στους πόδες του γερανού, ανάλογα με την ανυψωτική τους ικανότητα και την θέση του βραχίονά τους βρίσκονται σε πίνακες.

### 5 Επίδραση του σεισμού στα λιμενικά έργα

#### 5.1 Σεισμολογικά στοιχεία του Ελληνικού χώρου

Σύμφωνα με τον "Νέο Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό" (NEAK), ο Ελληνικός χώρος υποδιαιρείται σε 4 ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας

Σε κάθε ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας αντιστοιχεί μια τιμή σεισμικής επιτάχυνσης εδάφους Α, σύμφωνα με τον πίνακα

#### 5.2 Λιμενικά έργα με κατακόρυφα μέτωπα

##### 5.2.1 Δυνατότητα ολίσθησης και κρίσιμη επιτάχυνση

Οι λιμενικοί κρηπιδοτόιχοι / κυματοθραύστες που εξετάζονται, κατασκευάζονται είτε από πρόχυτους τεχνητούς ογκολίθους είτε από έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα, είτε από προκατασκευασμένα πλωτά κιβώτια, εδράζονται δε σε στρώση λιθορριπής. Έτσι υπάρχει δυνατότητα μετακίνησής τους κατά την διάρκεια του σεισμού. Η μετακίνηση αυτή δεν συνεπάγεται και την αστοχία του κρηπιδοτόιχου όπως εξηγείται αναλυτικά και έτσι δεν θα ήταν ρεαλιστικό να υπολογίζεται ο κρηπιδοτόιχος σαν να παραμένει ακίνητος κατά την επίδραση του σεισμού σχεδιασμού. Η παραδοχή πλήρως αμετακίνητου κρηπιδοτόιχου θα οδηγούσε σε αντιοικονομικές διατομές. Εξ άλλου πάντα υπάρχει η πιθανότητα ο πραγματικός σεισμός να ξεπεράσει τον σεισμό σχεδιασμού, οπότε είναι πρακτικά αδύνατο να εξασφαλισθεί το αμετακίνητο του τοίχου.

Τα έργα που εξετάζονται εντάσσονται στις Κατηγορίες 1 και 2. Αναλυτικότερα προτείνεται η εξής κατάταξη:

#### Κατηγορία 1

- Κρηπιδοτόιχοι/κυματοθραύστες από πρόχυτους τεχνητούς ογκολίθους χωρίς σημαντικά έργα (γερανοί επί σιδηροτροχιών, σιλό κ.λπ.) επί αυτών ή στην άμεση γειτονία τους.

#### Κατηγορία 2

- Κρηπιδοτόιχοι/κυματοθραύστες από έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα.
- Κρηπιδοτόιχοι/κυματοθραύστες από προκατασκευασμένα πλωτά κιβώτια (caissons).
- Κρηπιδοτόιχοι/κυματοθραύστες από πρόχυτους τεχνητούς ογκολίθους με σημαντικά έργα (γερανοί επί σιδηροτροχιών, σιλό κ.λπ.) επί αυτών ή στην άμεση γειτονία τους.

Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα

Η οριζόντια επιτάχυνση  $a_h$  χρησιμοποιείται στον υπολογισμό των προσαυξημένων ωθήσεων γαιών λόγω σεισμού, στον υπολογισμό των αδρανειακών δυνάμεων λόγω της μάζας του τοίχου, καθώς και στον υπολογισμό των αδρανειακών δυνάμεων του τμήματος της επίχωσης που φορτίζει κατακόρυφα τον κρηπιδοτόιχο.

Η κατακόρυφη σεισμική επιτάχυνση έχει αμελητέα επίδραση στα εξεταζόμενα έργα και έτσι παραλείπεται από τους σχετικούς υπολογισμούς.

#### 5.2.2 Ωθήσεις γαιών και δυναμική υποπίεση νερού

Λόγω της επίδρασης του σεισμού ασκούνται πρόσθετες δυνάμεις στο πρίσμα ολίσθησης, με αποτέλεσμα αυξημένες ενεργές ωθήσεις επί του τοίχου. Ο νέος συντελεστής ενεργών ωθήσεων υπολογίζεται με την μέθοδο των Mononobe - Okabe

#### 5.2.3 Αδρανειακές δυνάμεις λόγω σεισμού

Λόγω του σεισμού, εξασκούνται επι πλέον στην **μάζα** του κρηπιδοτοίχου και στη μάζα των γαιών που φορτίζουν κατακόρυφα στον κρηπιδοτόιχο, οριζόντιες αδρανειακές δυνάμεις.

#### 5.3 Λιμενικά έργα με πρανή

Η ευστάθεια των πρανών των έργων αυτών θα ελέγχεται με θεώρηση των ακολούθων πρόσθετων ενεργών επιταχύνσεων (άρα και πρόσθετων δυνάμεων) που δρουν στην εδαφική μάζα:

Οριζόντια:

Κατακόρυφη:

#### 5.4 Συνδυασμός του σεισμού με άλλες φορτίσεις

Η επίδραση του σεισμού πρέπει να επαλληλίζεται με τα μόνιμα φορτία και το ήμισυ των κινητών φορτίων, της έλξης δέστρας και της δύναμης από κρούση πλοίου. Ο σεισμός δεν επαλληλίζεται με δυνάμεις από κυματισμούς, διότι η πιθανότητα συνύπαρξης των δυνάμεων αυτών με τα μεγέθη σχεδιασμού τους είναι ελάχιστη.

Υπενθυμίζεται ότι σαν μόνιμα φορτία πρέπει να θεωρούνται και αυτά τα οποία δρουν με σταθερό μέγεθος για μεγάλα χρονικά διαστήματα, π.χ. φορτία σιλό, χύδην φορτία κ.λπ.

#### 5.5 Επίδραση του σεισμού στο έδαφος θεμελίωσης - Ρευστοποίηση

Η ρευστοποίηση μη συνεκτικού, κορεσμένου εδαφικού υλικού λόγω σεισμικού κραδασμού είναι (ακραίο) αποτέλεσμα της αύξησης της πίεσεως των πόρων και της αντίστοιχης μείωσης των ενεργών τάσεων και της διατμητικής αντοχής. Κατά την ρευστοποίηση, η υπερπίεση του νερού γίνεται σχεδόν ίση με την ενεργό τάση των υπερκειμένων γαιών η δε διατμητική αντοχή πρακτικά μηδενίζεται. Το ρευστοποιημένο έδαφος συμπεριφέρεται σαν παχύρρευστο υγρό

Το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται με την ίδια συχνότητα σε όλους τους τύπους εδαφικών υλικών. Ρευστοποίηση παρατηρείται συνηθέστερα σε κορεσμένες ομοιόμορφα διαβαθμισμένες άμμους και λιγώτερο συχνά σε αμμοίλυες, αμμοχάλικα ή σε μίγματα από τα ανωτέρω εδαφικά υλικά. Αλλα εδαφικά υλικά, όπως πλαστικές ιλύες, άργιλοι, χονδρόκοκκοι λιθορριπές κ.λπ., δεν διατρέχουν πρακτικά κίνδυνο ρευστοποίησης.

Όσον αφορά το ανακουφιστικό πρίσμα των κρηπιδοτοίχων, ο κίνδυνος ρευστοποίησης αποφεύγεται εύκολα όταν αυτό κατασκευάζεται, όπως συνήθίζεται, από χονδρόκοκκο υλικό λατομείου

Σε περίπτωση που το έδαφος θεμελίωσης διατρέχει κίνδυνο ρευστοποίησης συνιστάται να αποφεύγεται η κατασκευή έργων βαρύτητας. Εφ' όσον αυτό δεν είναι δυνατό, τότε το θέμα της ρευστοποίησης και σχετικών μέτρων βελτίωσης του εδάφους θεμελίωσης αποτελεί αντικείμενο ειδικής γεωτεχνικής μελέτης.

## 6 Βασικοί έλεγχοι ευστάθειας - Συντελεστές ασφαλείας

### 6.1 Έλεγχος σε ολίσθηση

Ο έλεγχος σε ολίσθηση αφορά μόνον τα έργα με κατακόρυφα μέτωπα. Ο συντελεστής ασφαλείας σε ολίσθηση υπολογίζεται βάσει της βιβλιογραφίας.

Εάν το έργο πρόκειται να κατασκευασθεί από έτοιμο επί τόπου σκυρόδεμα ή προκατασκευασμένα πλωτά κιβώτια (caissons) τότε ο έλεγχος ολίσθησης γίνεται μόνον στην επιφάνεια εδράσεως. Όταν το έργο πρόκειται να κατασκευασθεί από πρόχυτους τεχνητούς ογκολίθους τότε ο έλεγχος ολίσθησης πρέπει να γίνεται όχι μόνον στην επιφάνεια εδράσεως αλλά και σε κάθε διεπιφάνεια  $i$  μεταξύ των ογκολίθων.

### 6.2 Έλεγχος σε ανατροπή

Ο έλεγχος σε ανατροπή αφορά μόνον τα έργα με κατακόρυφα μέτωπα. Ο συντελεστής ασφαλείας σε ανατροπή υπολογίζεται βάσει της βιβλιογραφίας .



Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα

6.3 Έλεγχος εκκεντρότητας

Ο έλεγχος εκκεντρότητας αφορά μόνο τα έργα με κατακόρυφα μέτωπα. Η εκκεντρότητα υπολογίζεται από τις σχέσεις της βιβλιογραφίας.

6.4 Έλεγχος του εδάφους θεμελίωσης σε επιφανειακή (τοπική) θραύση

Ο έλεγχος αυτός πρέπει να πραγματοποιείται τόσο για τα έργα με κατακόρυφα μέτωπα, όσο και για τα έργα με πρηνή.

6.4.1 Έργα με πρηνή

Τα έργα με πρηνή μπορούν να αντιμετωπισθούν σαν συνεχή θεμέλια (μορφής λωρίδας) εδραζόμενα σε οριζόντιο πυθμένα (κατά την έννοια της διατομής και όχι της μηκοτομής των έργων).

6.4.2 Έργα με κατακόρυφα μέτωπα

Τα έργα με κατακόρυφα μέτωπα (κυματοθραύστες, κρηπιδότοιχοι) εδράζονται σε στρώση λιθορριπής. Τα έργα αυτά μπορούν να αντιμετωπισθούν σαν συνεχή θεμέλια (μορφής λωρίδας) εδραζόμενα στην άνω επιφάνεια πρηνούς ψαθυρού εδάφους

Για την εκτίμηση των τιμών των εδαφικών παραμέτρων, βλ. Κεφ. 1. Οι μέθοδοι που περιγράφηκαν στην Παρ. 6.4 ισχύουν για ομοιόμορφο έδαφος θεμελίωσης. Τονίζεται ότι τόσο η ακριβής εκτίμηση των εδαφικών παραμέτρων (με ή χωρίς την επίδραση του σεισμού), όσο και η διενέργεια των ελέγχων των παρ. 6.4 και 6.5 αποτελούν βασικό αντικείμενο της Γεωτεχνικής μελέτης, η οποία πρέπει να έχει ολοκληρωθεί οπωσδήποτε πριν την εκπόνηση της οριστικής μελέτης Λιμενικών έργων. Η ανάγκη αντιμετώπισης των παραπάνω ελέγχων στα πλαίσια της Γεωτεχνικής μελέτης είναι ιδιαίτερα επιτακτική στην περίπτωση εδαφών πολύπλοκης στρωματογραφίας και συνεκτικών εδαφών (π.χ. αργιλικά εδάφη). Επίσης στα πλαίσια της Γεωτεχνικής μελέτης πρέπει να γίνεται και ο έλεγχος των καθιζήσεων.

6.5 Έλεγχος του εδάφους θεμελίωσης σε ολική (βαθεία) θραύση

Ο έλεγχος αυτός πρέπει να πραγματοποιείται τόσο για τα έργα με κατακόρυφα μέτωπα, όσο και για τα έργα με πρηνή

Για την πραγματοποίηση του ελέγχου συνιστάται η χρησιμοποίηση της μεθόδου του Bishop. Συνιστάται επίσης η χρήση κατάλληλων προγραμμάτων Η/Υ, τα οποία προσφέρουν την δυνατότητα ελέγχου πολλών επιφανειών θραύσης, σε διαφορετικές θέσεις και με διαφορετική γεωμετρία καθώς και την δυνατότητα ελέγχου σε έδαφος τυχαίας στρωματογραφίας.

6.6 Συντελεστές ασφαλείας

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τιμές των συντελεστών ασφαλείας ανά κατηγορία φόρτισης και είδος ελέγχου.

Είδος ελέγχου	Κατηγορίες φορτίσεων				
	1	2	2	Σεισμός + άλλα φορτία	Κυματισμός + άλλα φορτία
Ολίσθηση	1.5	1.35	1.2	1.0	1.2
Ανατροπή	1.5	1.35	1.2	1.1	1.2
Εκκεντρότητα	$e \leq \frac{b}{6}$	$e \leq \frac{b}{6}$	$e \leq \frac{b}{3}$	$e \leq \frac{b}{3} (*)$	$e \leq \frac{b}{3}$
Επιφανειακή (τοπική) θραύση εδάφους	2.0	1.5	1.3	1.2	1.2
Ολική (βαθεία) θραύση εδάφους	1.4	1.3	1.2	1.1	1.2

(\*) Για εδάφη που διατρέχουν κίνδυνο ρευστοποίησης πρέπει  $e \leq \frac{b}{4}$ .

b-ύψος κατακόρυφου μετώπου

## 7 Διαστασιολόγηση έργων με πρανή

### 7.1 Γενικά

Τα έργα με πρανή είναι συνήθως εξωτερικά λιμενικά έργα που κατασκευάζονται για την προστασία του λιμένα από τους κυματισμούς. Επίσης έργα με πρανή κατασκευάζονται και σαν έργα προστασίας ακτών για να εμποδίσουν την διάβρωσή τους από την δράση των κυματισμών. Έτσι η σημαντικότερη φόρτιση των έργων αυτών είναι η δύναμη των κυματισμών.

### 7.2 Υπολογισμός της εξωτερικής στρώσης (στρώση θωράκισης)

Η εξωτερική στρώση των έργων με πρανή είναι αυτή που δέχεται άμεσα την επίδραση των κυματισμών. Κατασκευάζεται από καλά επιλεγμένους φυσικούς ογκολίθους ή ειδικούς τεχνητούς ογκολίθους, διαφόρων τύπων και σχημάτων, από άοπλο σκυρόδεμα. Οι ογκολίθοι θα πρέπει να τοποθετούνται κατά συστηματικό τρόπο, διότι έτσι αυξάνεται η μεταξύ τους συνάφεια και επομένως η στρώση τους γίνεται πιά ανθεκτική στην κρούση των κυματισμών.

Για τον υπολογισμό του απαιτούμενου βάρους των ογκολίθων της θωράκισης προτείνεται ο τύπος του Hudson:

### 7.3 Τυπικές διατομές

Ανάλογα με το εάν το έργο βρίσκεται σε περιοχή θραυόμενων ή μη κυματισμών, συνιστώνται τυπικές διατομές των έργων βάσει της βιβλιογραφίας.

### 7.4 Συνδυασμοί φορτίσεων και απαιτούμενοι έλεγχοι

#### 7.4.1 Βασικοί συνδυασμοί φορτίσεων

- α. Φορτία από κυματισμό (Επιλογή της στρώσης θωράκισης - σχεδιασμός της διατομής).
- β. Μόνιμα φορτία + κινητά φορτία (Κατηγορία 1).
- γ. Μόνιμα φορτία + κινητά φορτία (Φάση κατασκευής - Κατηγορία 2).
- δ. Σεισμός + 0.5 κινητά φορτία (λειτουργίας).

#### 7.4.2 Απαιτούμενοι έλεγχοι

Για τους συνδυασμούς β, γ, δ θα γίνουν οι ακόλουθοι έλεγχοι με τους αντίστοιχους συντελεστές ασφαλείας (βλ. Πίν. 6.1):

- Έλεγχος σε επιφανειακή (τοπική) θραύση εδάφους.
- Έλεγχος σε ολική (βαθεία) θραύση εδάφους.

Επιλέγεται τελικά η διατομή που επαρκεί στον δυσμενέστερο από τους παραπάνω ελέγχους.

### 7.5 Μοντέλα σε φυσικό ομοίωμα

Οι σχέσεις σχεδιασμού, που αναφέρθηκαν στις παρ. 7.2 και 7.3, πρέπει να χρησιμοποιούνται για σχεδιασμό μόνο σε επίπεδο προμελέτης, διότι δίνουν απλά μία τάξη μεγέθους των διαστάσεων και της μορφής του έργου. Για τον σχεδιασμό σε επίπεδο οριστικής μελέτης και για έργα σημαντικού κόστους, όπως είναι τα περισσότερα λιμενικά έργα, πρέπει να γίνεται μελέτη σε φυσικό ομοίωμα. Με την μελέτη σε φυσικό ομοίωμα μπορεί να προσδιορισθεί σε σύντομο χρόνο η βέλτιστη διατομή του έργου με ακριβή πλέον καθορισμό του είδους και του μεγέθους της προστασίας ποδός και των συνθηκών και της πιθανότητας υπερπήδησης του έργου από τους προσπίπτοντες κυματισμούς. Το κόστος της μελέτης του έργου σε φυσικό ομοίωμα σπάνια ξεπερνάει το 1-2% του κόστους κατασκευής, ενώ η οικονομία που μπορεί να προκύψει φθάνει το 10-20% του κόστους κατασκευής του έργου. Τονίζεται επίσης ότι η διάβρωση λόγω κυματισμού, η αναρρίχηση (run-up) του κυματισμού και η διατομή του ακρομωλίου μπορούν να μελετηθούν με ακρίβεια μόνον σε φυσικό ομοίωμα.

## 8 Διαστασιολόγηση έργων με κατακόρυφα μέτωπα

### 8.1 Γενικά

Τα έργα με κατακόρυφα μέτωπα κατασκευάζονται είτε σαν κυματοθραύστες ή, συνηθέστερα στον Ελληνικό χώρο, σαν εσωτερικά λιμενικά έργα (κρητιδότοιχοι).

### 8.2 Συνδυασμοί φορτίσεων και απαιτούμενοι έλεγχοι

#### 8.2.1 Κυματοθραύστες

##### 8.2.1.1 Βασικοί συνδυασμοί φορτίσεων

- α. Μόνιμα φορτία (ίδια βάρη + φορτία χρήσης) + Κινητά φορτία (Φάση λειτουργίας - Κατηγορία 1).
- β. α + δυνάμεις κυματισμού.

Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα

- γ. α + κρούση πλοίου (Κατηγορία 2).  
δ. α + έλξη δέστρας (Κατηγορία 2).  
ε. Σεισμός + Μόνιμα φορτία + 0.5 x (Κινητά φορτία + έλξη δέστρας + κρούση πλοίου)  
στ. Μόνιμα φορτία + Κινητά φορτία (Φάση κατασκευής - Κατηγορία 2)

8.2.1.2 Απαιτούμενοι έλεγχοι

Για όλους τους συνδυασμούς της παρ. 8.2.1.1 θα γίνονται όλοι οι έλεγχοι που αναφέρονται στον Πίνακα 6.1. Επιλέγεται τελικά η διατομή που επαρκεί στον δυσμενέστερο από τους πραγματοποιούμενους ελέγχους.

8.2.2 Κρηπιδοτόχοι

8.2.2.1 Βασικοί συνδυασμοί φορτίσεων

α. Μόνιμα φορτία (ίδια βάρη + φορτία χρήσης + ωθήσεις γαιών) + Κινητά φορτία (Φάση λειτουργίας - Κατηγορία 1).

β. α + Έλξη δέστρας (Κατηγορία 2).

γ. Σεισμός + Μόνιμα φορτία + 0.5 x (Κινητά φορτία + έλξη δέστρας).

δ. Μόνιμα φορτία + Κινητά φορτία (Φάση κατασκευής - Κατηγορία 2).

8.2.2.2 Απαιτούμενοι έλεγχοι

Ισχύουν τα ίδια με παρ. 8.2.1.2.

8.3 Μοντέλα σε φυσικό ομοίωμα

Μελέτη σε φυσικό ομοίωμα απαιτείται οπωσδήποτε σε επίπεδο οριστικής μελέτης για κυματοθραύστες με κατακόρυφα μέτωπα και/ή μικτής διατομής σημαντικού κόστους κατασκευής, ιδιαίτερα όταν βρίσκονται στην ζώνη θραύσεως των κυματισμών, όπου ο κίνδυνος αστοχίας ή υπερδιαστασιολόγησης του έργου είναι μεγάλος.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Κανονισμοί - Συστάσεις

EAU: Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" Hafen und Wasserstrassen, EAU 1990, 8. Auflage.

DIN-TASCHENBUCH 36: DIN-Normen über Erd- und Grundbau, Beuth Bauverlag, 1981.

BS 6349: Maritime structures.

NEAK: "Νέος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός", 1993.

Shore Protection Manual, Volume I, II. 1984, 4th Edition. Dept of the Army Waterways Experiment Station, Corps of Engineers.

VSS (Vereinigung Schweiz. Strassenfachleute): Stutzmauern - Grundlagen zur Berechnung und Konstruktion (Bemessungstabellen), Band 1, 1966.

### Βιβλία, Δημοσιεύσεις

A. I. Ρογκάν: "Θαλάσσια Υδραυλική και Λιμενικά Έργα", Εκδόσεις Τ.Ε.Ε., Αθήνα 1981.

P. Brunn: "Port Engineering", Volumes I, II, Gulf Publishing Company, 4th Edition, 1989.

C. A. Thoresen: "Port Design - Guidelines and Recommendations", Tapir Publishers, 1988.

A. Quinn: "Design and Construction of Ports and Marine Structures", 2nd Edition, McGraw-Hill Co, 1972.

G. P. Tsinker: "Floating Ports", Gulf Publishing Company, 1986.

CIRIA (Construction Industry Research and Information Association) / CUR (Centre for Civil Engineering Research and Codes): "Manual on the use of rock in coastal and shoreline engineering", 1991.

Y. Goda: "Random Seas and Design of Maritime Structures", University of Tokyo Press, 1985.

R. S. Thomas and B. Hall: "Seawall Design", Butterworth - Heinemann Ltd, 1992.

"Breakwaters Design and Construction", Proceedings of the Conference organized by the Institution of Civil Engineers, 4-6 May 1983, London.

**Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα**

"Developments in Breakwaters", Proceedings of the Conference "Breakwaters '85", organized by the Institution of Civil Engineers, 2-4 October 1985, London.

H. Turke: "Statik im Erdbau", 2te Auflage, Ernst & Sohn, 1990, Berlin.

"Θαλάσσιες Γεωτεχνικές Κατασκευές υπό Σεισμική και Θαλάσσια εξαίτηση": Σεμινάριο συνεχιζόμενης εκπαίδευσης ΕΜΠ στον τομέα της Εδαφομηχανικής και Αντισεισμικής Μηχανικής, 1993.

A. Ζώη - Μώρου: "Στοιχεία Παλίρροιας Ελληνικών Λιμένων", Υδρογραφική Υπηρεσία Π.Ν., Αθήνα 1981.

## 2. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1 Γενικά

Για την άμεση και διαρκή παρακολούθηση και έλεγχο κατά τη διάρκεια εκπόνησης της μελέτης χρησιμοποιούνται οι επόμενοι εποπτικοί πίνακες.

Αυτοί οι πίνακες ενημερώνονται από τον επιβλέποντα μηχανικό σύμφωνα με τον προγραμματισμό (μηνιαία, τριμηνιαία κτλ) ή εκτάκτως, ανάλογα με το μέγεθος και τις απαιτήσεις της εκπονούμενης μελέτης, ενώ παράλληλα, επιτρέπουν να υπάρχει εποπτεία και έλεγχος της πορείας της μελέτης καθώς και η έγκαιρη παρέμβαση για επίλυση τυχόν προβλημάτων που ανακύπτουν.

Υπεύθυνος για την εποπτεία της διαχείρισης είναι ο Προϊστάμενος της ΔΥ και για την ενημέρωση των σχετικών πινάκων και εκθέσεων προόδου ο Επιβλέπων Μηχανικός.

### 2.2 Ορισμοί (σύμφωνα με το ΠΔ 346/98 και το Ν 716/77)

Κύριος του έργου : .....

Εργοδότης / Αναθέτουσα Υπηρεσία : .....

Προϊσταμένη Αρχή: .....

Διευθύνουσα Υπηρεσία: .....

Παρέχων Υπηρεσίες: ο κάτοχος μελετητικού πτυχίου ή όποιος νομιμοποιείται να αναλάβει εκπόνηση μελέτης του Δημοσίου.

Επιβλέπων Μηχανικός: .....

### 2.3 Σχετικά Έντυπα

- Πίνακας 1. Παρακολούθηση και διαχείριση χρονικών – φυσικών παραμέτρων της μελέτης  
Εξασφαλίζει τον έλεγχο του προγραμματισμένου σε σχέση με το πραγματοποιούμενο φυσικό αντικείμενο
- Πίνακας 2. Παρακολούθηση και διαχείριση φυσικών – ποιοτικών παραμέτρων της μελέτης.  
Εξασφαλίζει την παρακολούθηση του ποιοτικού ελέγχου σε σχέση με την εξέλιξη του φυσικού αντικείμενου.
- Πίνακας 3. Παρακολούθηση και διαχείριση φυσικών - οικονομικών παραμέτρων της μελέτης.  
Εξασφαλίζει την παρακολούθηση και τον έλεγχο του κόστους της μελέτης αλλά και συνολικά του οικονομικού αντικειμένου του έργου σε σχέση με το πραγματοποιούμενο φυσικό αντικείμενο.

Εκθέσεις Επιβλέποντα Μελέτης (Πρόοδου - Ποιότητας): Συνοδεύουν τους ενημερωμένους Πίνακες 1/2/3 εντοπίζοντας τα προβλήματα πάσης φύσης που ανακύπτουν (ατέλειες μελετών, καθυστερήσεις της ίδιας της Υπηρεσίας ή άλλων συναρμόδιων ή τρίτων Φορέων, προβλήματα χρηματοδότησης ή αδειοδότησης κτλ.) προτείνοντας ταυτόχρονα λύσεις και ενέργειες προς άρση των εμποδίων και επίλυση των προβλημάτων.

### Οδηγίες συμπλήρωσης Πινάκων

Στήλες :

- Αύξων αριθμός βασικής δραστηριότητας – σταδίου εκπόνησης μελέτης. Στους πίνακες περιλαμβάνονται όλες οι δραστηριότητες (εργασίες), για κάθε στάδιο μελέτης, οι οποίες έχουν ορισθεί στην ίδια τη Σύμβαση ή με παραπομπή από τη Σύμβαση στο ΠΔ 696/74.

Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα

2. Περιγραφή βασικής δραστηριότητας – σταδίου εκπόνησης μελέτης.
3. Ημερομηνία Έναρξης δραστηριότητας βάσει εγκεκριμένου Χρονοδιαγράμματος.
4. Πραγματική Ημερομηνία Έναρξης.
5. Ημερομηνία Λήξης δραστηριότητας βάσει εγκεκριμένου Χρονοδιαγράμματος.
6. Πραγματική Ημερομηνία Λήξης.
7. Ποσοστό εργασίας που έχει πραγματοποιηθεί μέχρι την ημέρα σύνταξης του πίνακα.
8. Έκθεση Προόδου Επιβλέποντα που αφορά την πρόοδο των εργασιών. Συντάσσεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, που καθορίζει ο Προϊστάμενος ΔΥ ή η Σύμβαση, συνοδεύοντας τον πίνακα (που συντάσσεται υποχρεωτικά σε κάθε Προγραμματισμένη Λήξη αυτοτελούς Σταδίου Μελέτης), και σημειώνεται ο αύξων αριθμός της Έκθεσης και η ημερομηνία σύνταξής της .
9. Σημειώνεται η ημερομηνία και ο αριθμός απόφασης έγκρισης του σταδίου ή της συμπληρωματικής μελέτης που περιγράφεται στην στήλη 2.
10. Αναγράφεται το ποσοστό του ποιοτικού ελέγχου που έχει πραγματοποιηθεί μέχρι την ημερομηνία σύνταξης του πίνακα και αφορά τη συγκεκριμένη δραστηριότητα – στάδιο μελέτης της στήλης 2.
11. Αναγράφεται σχετική μνεία επίσημου εγγράφου του Επιβλέποντα ή του Τεχνικού Συμβούλου της Υπηρεσίας, το οποίο έχει κοινοποιηθεί στον Ανάδοχο και περιέχει παρατηρήσεις ή διορθώσεις επί του μελετητικού έργου – προϊόντος , εφόσον αυτό δεν καλύπτει τις απαιτήσεις ποιότητας της Σύμβασης και των Συμβατικών Τευχών της μελέτης.
12. Έκθεση Ποιότητας Επιβλέποντα εάν και εφόσον αυτή απαιτείται και συντάσσεται συνοδεύοντας τον πίνακα, η οποία αναφέρεται αποκλειστικά στην ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος του αναδόχου, και σημειώνεται ο αύξων αριθμός της Έκθεσης και η ημερομηνία σύνταξής της .
13. Αναγράφεται κάθε φορά ο εκάστοτε ισχύων και εγκεκριμένος ή προεκτιμηθείς προϋπολογισμός κόστους κατασκευής του έργου που μελετάται.
14. Αναγράφεται κάθε φορά μετά την έγκριση Σταδίου Μελέτης η Αμοιβή Μελέτης η αντίστοιχη του Προϋπολογισμού της στήλης 13. (Προεκτιμώμενη, Συμβατική, κτλ..)
15. Αναγράφεται το Άθροισμα των πληρωμών που έχει πραγματοποιηθεί στον ανάδοχο από την Υπηρεσία, μέχρι την ημερομηνία σύνταξης του πίνακα.
16. Αναγράφεται η ισχύουσα διατιθέμενη πίστωση του έργου / μελέτης, μέχρι την ημερομηνία σύνταξης του πίνακα.
17. Αναγράφεται η διαφορά του ποσού της στήλης 14 εάν αφαιρεθεί η Προεκτιμώμενη Αμοιβή της Μελέτης ή το αρχικό ποσό αμοιβής της αρχικής Σύμβασης της μελέτης, κατά περίπτωση.

Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών— Λιμενικά Έργα

Υπηρεσία:

Υπηρεσία:

Υπηρεσία:

Υπηρεσία:

Μελέτη:

Ανάδοχος:

Επιβλέπων:

Ημερομηνία σύνταξης :

**Πίνακας 1. Παρακολούθηση και διαχείριση χρονικών – φυσικών παραμέτρων της μελέτης**

#	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	Προγραμ/σμένη Ημερομηνία Έναρξης	Πραγματ/θείσα Ημερομηνία Έναρξης	Προγραμ/σμένη Ημερομηνία Λήξης	Πραγματ/θείσα Ημερομηνία Λήξης	Ποσοστό εκτελεσθείσας Εργασίας (%)	Διορθωτικές Ενέργειες (συν/νη Έκθεση Επιβλέποντα)	Ημερομηνία έγκρισης σταδίου
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ΣΤΑΔΙΟ I.							
1	Πρόγραμμα Τοπογραφικών και λοιπών αποτυπώσεων.							
2	Μελέτη σκοπιμότητας							
3	Προκαταρκτική Έκθεση							
4	Προγραμματικό Σχέδιο							
5	Γενικό Προσχέδιο Έργων							
6	Γνωμοδοτήσεις και Αδειοδοτήσεις							
7	Εκπόνηση Γεωτεχνικών και λοιπών Ερευνών – Μελετών							
8	ΣΤΑΔΙΟ II							
9	Προμελέτη Μ.Π.Ε.							
10	ΣΤΑΔΙΟ III							
11	Οριστική Μελέτη Τεύχη Δημοπράτησης							
12	Φ.Α.Υ. – Σ.Α.Υ.							
13	Κτηματολόγιο.							

Ο Συντάξας

Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών— Λιμενικά Έργα

Υπηρεσία:  
Υπηρεσία:  
Υπηρεσία:  
Υπηρεσία:

Μελέτη:  
Ανάδοχος:  
Επιβλέπων:  
Ημερομηνία σύνταξης :

**Πίνακας 2. Παρακολούθηση και διαχείριση φυσικών – ποιοτικών παραμέτρων της μελέτης**

#	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	Ποσοστό εκτε- λεσθείσας Ερ- γασίας (%)	Ποσοστό πραγματο- ποιούμενου ελέγχου (%)	Παρατηρήσεις εκ του ποιοτικού ε- λέγχου	Διορθωτικές Ενέργειες (συν/νη Έκθεση Επι- βλέποντα)	Ημερομηνία έγκρι- σης σταδίου
1	2	7	10	11	12	9
	ΣΤΑΔΙΟ I.					
1	Πρόγραμμα Τοπογραφικών και λοιπών αποτυπώσεων.					
2	Μελέτη σκοπιμότητας					
3	Προκαταρκτική Έκθεση					
4	Προγραμματικό Σχέδιο					
5	Γενικό Προσχέδιο Έργων					
6	Γνωμοδοτήσεις και Αδειοδοτήσεις					
7	Πρόγραμμα γεωτεχνικών ερευνών					
8	Πρόγραμμα εκπόνησης λοιπών ερευνών					
9	Εκπόνηση Γεωτεχνικών και λοιπών Ερευνών – Μελετών					
	ΣΤΑΔΙΟ II					
10	Προμελέτη					
11	Μ.Π.Ε.					
	ΣΤΑΔΙΟ III					
12	Οριστική Μελέτη					
13	Τεύχη Δημοπράτησης					
14	Φ.Α.Υ. – Σ.Α.Υ.					
15	Κτηματολόγιο.					

Ο Συντάξας

.....

Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών— Λιμενικά Έργα

Υπηρεσία:  
Υπηρεσία:  
Υπηρεσία:  
Υπηρεσία:

Μελέτη:  
Ανάδοχος:  
Επιβλέπων:  
Ημερομηνία σύνταξης :

**Πίνακας 3. Παρακολούθηση και διαχείριση φυσικών - οικονομικών παραμέτρων της μελέτης**

#	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	Ποσοστό ε-κτελεσθείσας Εργασίας (%)	Ημερομηνία έγκρισης σταδίου	Προϋπολογισμός Έργου	Αμοιβή Μελέτης	Σύνολο πληρωμών	Διατιθέμενη Πίστωση	Υπέρβαση Προεκτιμώμενης Αμοιβής Μελέτης
1	2	7	9	13	14	15	16	17
	ΣΤΑΔΙΟ I.							
1	Πρόγραμμα Τοπογραφικών και λοιπών αποτυπώσεων.							
2	Μελέτη σκοπιμότητας							
3	Προκαταρκτική Έκθεση							
4	Προγραμματικό Σχέδιο							
5	Γενικό Προσχέδιο Έργων							
6	Γνωμοδοτήσεις και Αδειοδοτήσεις							
7	Εκπόνηση Γεωτεχνικών και λοιπών Ερευνών – Μελετών							
	ΣΤΑΔΙΟ II							
8	Προμελέτη							
9	Μ.Π.Ε.							
	ΣΤΑΔΙΟ III							
10	Οριστική Μελέτη							
11	Τεύχη Δημοπράτησης							
12	Φ.Α.Υ. – Σ.Α.Υ.							
13	Κτηματολόγιο.							

Ο Συντάξας

.....



### 3. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

#### 3.1 Γενικά

Στο παρόν κεφάλαιο εξειδικεύονται οι οδηγίες επίβλεψης μελετών σε μορφή διαγράμματος ροής για την εποπτική και ολοκληρωμένη τεχνική διαχείριση της μελέτης από τη σύναψη της Σύμβασης μέχρι την αποπληρωμή και οριστική παραλαβή της.

Τα κατωτέρω έχουν τη μορφή διαγράμματος με την τη λογική σειρά των ενεργειών των επιβλεπόντων κατά τη διάρκεια της επίβλεψης. Αφορούν κυρίως τον επιβλέποντα και το προσωπικό του, τον υπεύθυνο ποιότητας κτλ. και καθοδηγούν την επίβλεψη, στις απαραίτητες ενέργειες και διαδικασίες για την έγκαιρη παρέμβαση της επίβλεψης και για την αξιοποίηση των διαπιστώσεων.

Υπεύθυνοι για την καλή εφαρμογή των οδηγιών είναι όλοι οι αρμόδιοι Επιβλέποντες Μηχανικοί της Μελέτης.

#### 3.2 Ορισμοί (σύμφωνα με το ΠΔ 346/98 και το Ν 716/77)

- Κύριος του έργου : .....
- Εργοδότης / Αναθέτουσα Υπηρεσία : .....
- Προϊσταμένη Αρχή: .....
- Διευθύνουσα Υπηρεσία: .....
- Παρέχων Υπηρεσίες: ο κάτοχος μελετητικού πτυχίου ή όποιος νομιμοποιείται να αναλάβει εκπόνηση μελέτης του Δημοσίου.
- Επιβλέπων Μηχανικός: .....

#### 3.3 Έργο Επίβλεψης

Το έργο των επιβλεπόντων μηχανικών αρχίζει από τη σωστή ενημέρωση και μελέτη της Σύμβασης, των Συμβατικών Τευχών και του συστήματος διασφάλισης ποιότητας, εφόσον υπάρχει. Στη συνέχεια και μετά την έγκριση του χρονοδιαγράμματος παρακολουθούν το έργο του μελετητή δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στον έλεγχο σύμφωνα με τα οριζόμενα από:

- α. τη Διακήρυξη του Έργου/ Μελέτης,
- β. τη Συγγραφή Υποχρεώσεων ,
- γ. το Τεύχος Προδιαγραφών και
- δ. το Τεύχος «Ποιοτικοί Έλεγχοι», Μέρος Α, Διασφάλιση Ποιότητας Μελετών, (παρ. 1.1 Νομοθεσία και 2.1 Ειδικότερη Ισχύουσα Νομοθεσία και Κανονισμοί).

Οι έλεγχοι γίνονται για:

- (1) τις παραδοχές της μελέτης
- (2) την χρήση των κωδίκων, κανονισμών και προδιαγραφών
- (3) την ακρίβεια των υπολογισμών, σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τα οριζόμενα στη Συγγραφή Υποχρεώσεων.
- (4) την προτεινόμενη λύση του μελετητή, μεταξύ άλλων εναλλακτικών λύσεων, με κριτήρια το τεχνικό, ποιοτικό, οικονομικό και χρονικό αποτέλεσμα, που θέτει ο ΚΤΕ.
- (5) τα κατασκευαστικά μέσα, τις μεθόδους και τις τεχνικές, που προτείνει ο μελετητής, δηλαδή ελέγχεται η δυνατότητα να υλοποιηθεί το έργο όπως προτείνεται από τη μελέτη με τις υφιστάμενες τοπικές συνθήκες και τεχνικά μέσα του τόπου, (εγχώριο κατασκευαστικό δυναμικό).

#### 3.4 Διάγραμμα Ροής Επίβλεψης Μελέτης

Για την επιτυχία του σκοπού της μελέτης η επίβλεψη οφείλει να παρακολουθεί και παρεμβαίνει εγκαίρως, λαμβάνοντας υπόψη τα οριζόμενα στη Σύμβαση ανάθεσης της μελέτης και σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τη σχετική νομοθεσία. Η ροή των δραστηριοτήτων της επίβλεψης της μελέτης παρουσιάζονται στο επόμενο διάγραμμα, το οποίο έχει γενική εφαρμογή για κάθε στάδιο μελέτης ανεξάρτητα από το είδος της μελέτης. Οι καταστάσεις που μπορεί να προκύψουν κατά την εκτέλεση της Σύμβασης μιας μελέτης είναι:

**Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα**

- α. Η ομαλή εξέλιξη: όλα βαίνουν σύμφωνα με τη Σύμβαση.  
Η ομαλή εξέλιξη δε συνεπάγεται εφησυχασμό αλλά διαρκή εγρήγορση, προκειμένου να διευκολύνεται η εκπλήρωση των στόχων της Σύμβασης μέσα στο προβλεπόμενο χρονοδιάγραμμα και οικονομικό προγραμματισμό.
- β. Η πιθανώς προβληματική σύμβαση: δημιουργούνται προβλήματα χρηματοδότησης της Σύμβασης από ελλιπή προσδιορισμό της αμοιβής της μελέτης.  
Με την πρώτη διαπίστωση προβληματικής κατάστασης επιβάλλεται να διερευνηθούν και αντιμετωπισθούν οι εντοπιζόμενες αδυναμίες της Σύμβασης, ώστε να αποφεύγονται οι καθυστερήσεις στην εξέλιξη της Σύμβασης και κατά συνέπεια στην ανάπτυξη του έργου.
- γ. Η επικίνδυνη εξέλιξη: προκύπτει από ατυχή επιλογή μελετητή ή/και συγκυρία γεγονότων που επηρεάζουν αρνητικά τις δυνατότητες του μελετητή.  
Η έναρξη επέλευσης τέτοιων συνθηκών πρέπει να θέσει σε συναγερμό την Υπηρεσία, η οποία πρέπει να προετοιμάζει κατάλληλες παρεμβάσεις για κάθε περίπτωση, ώστε με την ενεργοποίηση εναλλακτικών δράσεων να προσεγγισθεί ο σκοπός της Σύμβασης, χωρίς ανατροπές του προγράμματος υλοποίησης του έργου.

**Οδηγίες καλής χρήσης των πινάκων – διαγραμμάτων ροής επίβλεψης μελέτης**

Στήλες :

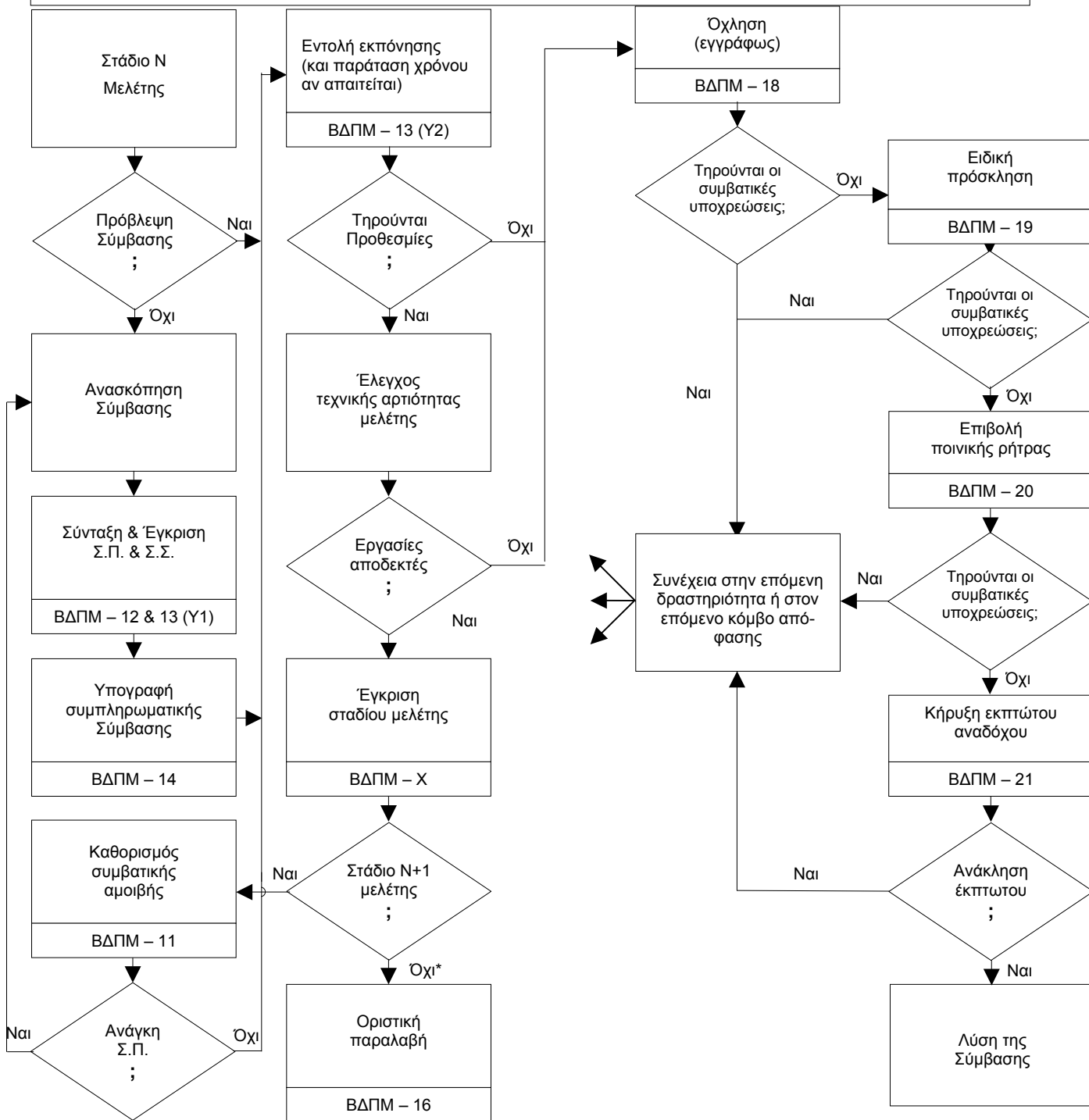
1. Αύξων αριθμός βασικής δραστηριότητας – σταδίου εκπόνησης μελέτης και περιγραφή σύμφωνα με το Τεύχος «Ποιοτικοί Έλεγχοι»
2. Ελέγχουμε τα κατωτέρω :
  - I. εάν προβλέπεται από τη Σύμβαση,
  - II. εάν δεν προβλέπεται από τη Σύμβαση, αλλά αιτείται τεκμηριωμένα και δικαιολογημένα από τον Ανάδοχο ή από τον Επιβλέποντα ή από τρίτον Φορέα και πρέπει να γίνει η υπόψη δραστηριότητα, και ακολουθούμε την αντίστοιχη σειρά ενεργειών.
3. Στην περίπτωση 2.I. ελέγχουμε κατά την εκπόνηση της δραστηριότητας την τήρηση του εγκεκριμένου Χρονοδιαγράμματος, και με τις δύο επιλογές ΝΑΙ ή ΟΧΙ ανάλογα προχωρούμε στην κατάλληλη σειρά ενεργειών.  
Στην περίπτωση 2.II. ελέγχουμε τα οριζόμενα από τη σύμβαση και ακολουθούμε τα επόμενα βήματα για τη διενέργεια των κατάλληλων Διοικητικών Πράξεων, που απαιτούνται προκειμένου να εκπονηθεί το εξωσυμβατικό αντικείμενο – δραστηριότητα. Μετά την εντολή εκπόνησης του εξωσυμβατικού αντικείμενου, συνεχίζουμε, όπως ανωτέρω, στον έλεγχο τήρησης χρονοδιαγράμματος και στη συνέχεια στον έλεγχο τεχνικής αρτιότητας.
4. Ακολουθεί ο έλεγχος τεχνικής αρτιότητας, ο οποίος αφορά κυρίως την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος σε σχέση με τις προδιαγραφές και τις απαιτήσεις των Συμβατικών Τευχών, που καλείται να εφαρμόσει η επίβλεψη, στα πλαίσια της πιστής τήρησης των οριζόμενων στη Σύμβαση.

Γίνεται σχετική αναφορά στους ελέγχους του Τεύχους «Ποιοτικοί Έλεγχοι».

Ακολουθούν διοικητικές πράξεις εγκρίσεων σταδίου ή μελέτης, καθορισμού συμβατικής αμοιβής, ανάλογα με την περίπτωση, και στη συνέχεια ακολουθεί ο έλεγχος και η παρακολούθηση της επόμενης μελετητικής δραστηριότητας.

Πρότυπα Τεύχη για Περιφερειακά Έργα  
Οδηγός Επίβλεψης Μελετών και Κατασκευών  
Επίβλεψη μελετών – Λιμενικά Έργα

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**



\* μπορεί να προκύπτει είτε από τη Σύμβαση είτε από επιθυμία του Εργοδότη ή του Αναδόχου (βλ.ΒΔΠΜ-17) για λύση-διακοπή της Σύμβασης





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
2.	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	12
	2.1 Γενικά.....	12
	2.2 Ορισμοί (σύμφωνα με το ΠΔ 346/98 και το Ν 716/77).....	12
	2.3 Σχετικά Έντυπα .....	12
3.	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ .....	17
	3.1 Γενικά.....	17
	3.2 Ορισμοί (σύμφωνα με το ΠΔ 346/98 και το Ν 716/77).....	17
	3.3 Έργο Επίβλεψης.....	17
	3.4 Διάγραμμα Ροής Επίβλεψης Μελέτης.....	17