

**Ο Μ Ο Ε**

**ΤΕΥΧΟΣ Γεωλογικών- Γεωτεχνικών**

**ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ**

**ΙΟΥΛΙΟΣ 2003**

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ1: ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ- ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ** **ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ** **ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ** **ΜΕΛΕΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΡΓΑ** **ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ** **ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ**

## **1.ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ**

### **1.1 ΣΚΟΠΟΣ-ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΟΔΗΓΙΩΝ**

#### **1.1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ:**

Σκοπός των μελετών είναι να σχεδιασθούν έργα που θα λειτουργήσουν άρτια καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους με τις απαραίτητες συντηρήσεις.

Οι γεωλογικές έρευνες και μελέτες γίνονται με στόχο να προσδιορίσουν το τεχνικογεωλογικό προσομοίωμα με την πλήρη διερεύνηση των γεωλογικών, γεωμορφολογικών, τεκτονικών, υδρογεωλογικών και τεχνικογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή που επηρεάζει και επηρεάζεται από το προς κατασκευή έργο.

Οι γεωτεχνικές (εδαφομηχανικές/βραχομηχανικές) έρευνες και αξιολογήσεις γίνονται με σκοπό να προσδιορίσουν τις γεωτεχνικές συνθήκες της περιοχής του έργου και το γεωτεχνικό προσομοίωμα βάσει του οποίου θα εκπονηθούν οι γεωτεχνικές μελέτες και θα σχεδιαστούν τα έργα.

#### **1.1.2. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΟΔΗΓΙΩΝ**

Το παρόν κείμενο οδηγιών εντάσσεται ουσιαστικά στο υπάρχον θεσμικό πλαίσιο, αξιοποιεί παλαιότερες επεξεργασίες, αντλεί από τη διεθνή εμπειρία και όπου

απαιτείται αναφέρεται σε υπάρχουσες προδιαγραφές κι οδηγίες, για τη βελτίωση της ποιότητας των εκπονούμενων μελετών.

Οι γεωλογικές και γεωτεχνικές συνθήκες της περιοχής κατασκευής ενός έργου οδοποιίας προσεγγίζονται σταδιακά και η πλήρης διερεύνησή τους είναι καθοριστικής σημασίας, τόσο για τον βέλτιστο τεχνικοοικονομικό σχεδιασμό του, όσο και για την άρτια μελέτη, την ασφαλή και οικονομική κατασκευή και την περαιτέρω λειτουργία και συντήρησή του.

Οι οδηγίες αυτές αφορούν έργα οδοποιίας που περιλαμβάνουν τα παρακάτω επί μέρους αντικείμενα: Χαράξεις οδών, τεχνικά έργα, κατολισθήσεις, δανειοθαλάμους, λατομεία, ευστάθεια πρανών φυσικών και τεχνητών, ευστάθεια υψηλών επιχωμάτων, καταλληλότητα προϊόντων εκσκαφής για την κατασκευή επιχωμάτων, βελτίωση εδαφών έδρασης, στοιχεία για την διαστασιολόγηση του οδοστρώματος, γεωτεχνικές κατασκευές κλπ.

## **1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ .**

### **1.2.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ**

Αντικείμενο των γεωλογικών ερευνών , είναι η διερεύνηση της γεωλογικής δομής της ευρύτερης και στενής περιοχής του έργου καθώς και των τεχνικογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν με βάση τη δομή αυτή και σε σχέση με τα σχεδιαζόμενα τεχνικά έργα.

Στόχος του προγράμματος των γεωλογικών ερευνών είναι η σταδιακή προσέγγιση του τεχνικογεωλογικού προσομοιώματος της περιοχής λαμβάνοντας κάθε φορά υπόψη τις ιδιαιτερότητες αυτές καθώς και η ποσοτικοποίηση όλης της σχετικής πληροφόρησης με βάση τεχνικογεωλογικά κριτήρια. Για τους σκοπούς αυτούς θα λαμβάνονται υπόψη τα αποτελέσματα των γεωτεχνικών ερευνών που εκπονήθηκαν στις προηγούμενες και στην τρέχουσα φάση μελέτης.

Η γεωλογική μελέτη αξιολογεί και συνθέτει τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών, αναλύει τις τεχνικογεωλογικές συνθήκες με ποσοτικά κριτήρια και παραμέτρους, αναδεικνύει τα τεχνικογεωλογικά προβλήματα που απορρέουν στο πλαίσιο των σχεδιαζόμενων έργων και προτείνει τις ενδεικνυόμενες λύσεις από τεχνικογεωλογική άποψη.

Ειδικότερα στη γεωλογική μελέτη περιλαμβάνονται και αξιολογούνται όλα εκείνα τα στοιχεία που αναφέρονται στη λιθολογική σύσταση, στρωματογραφική διάρθρωση και παλαιογεωγραφική εξέλιξη της περιοχής, την τεκτονική ( μάκρο και μικροτεκτονική ανάλυση) , τη σεισμικότητα και σεισμοτεκτονική, τα γεωμορφολογικά στοιχεία και ενότητες, τους τεχνικογεωλογικούς χαρακτήρες και την υδρογεωλογική συμπεριφορά των λιθολογικών ενότητων, τις υδρογεωλογικές συνθήκες, τις ασυνέχειες των πετρωμάτων και το ρόλο τους στις συνθήκες ευστάθειας και την ποιότητα αυτών, την ταξινόμηση της βραχομάζας καθώς και τον εντοπισμό κατάλληλων θέσεων για τη λήψη δανείων υλικών και θέσεων δανειοθαλάμων.

### **1.2.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ, ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ**

Αντικείμενο των γεωτεχνικών ερευνών είναι ο προσδιορισμός των γεωτεχνικών συνθηκών που επικρατούν στα προβλεπόμενα έργα, με σκοπό την προσέγγιση του γεωτεχνικού προσομοιώματος της περιοχής, που περιλαμβάνει και τις μηχανικές ιδιότητες των σχηματισμών.

Οι γεωτεχνικές έρευνες παρέχουν στοιχεία του εδάφους που είναι απαραίτητα για την σύνταξη των γεωλογικών και γεωτεχνικών μελετών.

Αντικείμενο της γεωτεχνικής αξιολόγησης είναι η αξιολόγηση των στοιχείων της γεωτεχνικής έρευνας, συνεκτιμώντας και τα σχετικά στοιχεία από τη γεωλογική μελέτη, με σκοπό την σύνταξη του γεωτεχνικού προσομοιώματος.

Η σύνταξη της έκθεσης γεωτεχνικής αξιολόγησης και το περιεχόμενό της καθορίζονται από την υφιστάμενη νομοθεσία και ειδικότερα με την κοινή Υπουργική απόφαση ΚΥΑ ΔΜΕΟ/ δ/ο/1759/12-11-1998 (ΦΕΚ Β 1221/1998).

Η αξιολόγηση σύμφωνα με την απόφαση αυτή περιλαμβάνει (όχι περιοριστικά):

α) Ταξινόμηση, πινακοποίηση και παρουσίαση σε κατάλληλα διαγράμματα των αποτελεσμάτων των ερευνών υπαίθρου και των εργαστηριακών δοκιμών και εφόσον κρίνεται απαραίτητο, παρουσίαση της στατιστικής κατανομής και του εύρους μεταβολής των κυριότερων στοιχείων σε ιστογραφήματα.

β) Προσδιορισμό της στάθμης του νερού των γεωτρήσεων.

- γ) Τομές υπεδάφους με τις παραλλαγές του υπεδάφους με το βάθος σε συσχετισμό με τα αποτελέσματα δομικών τυποποιημένης διεισδύσεως, φυσικής υγρασίας αντοχής, συμπιεστότητας κ.λ.π. Διαχωρισμό στρώσεων με απόλυτα υψόμετρα όπου είναι δυνατόν, αλλιώς με σχετικά υψόμετρα από τα σχέδια της μελέτης.
- δ) Λεπτομερή περιγραφή των διαφόρων στρώσεων υπεδάφους με βάση τα αποτελέσματα των γεωτεχνικών ερευνών υπαίθρου και των εργαστηριακών δοκιμών με ιδιαίτερη έμφαση στα χαρακτηριστικά αντοχής και συμπιεστότητας.
- ε) Παρουσίαση των ορίων μεταβολής των γεωτεχνικών παραμέτρων υπεδάφους σε συσχετισμό με τη στρωματογραφία του υπεδάφους. Η παρουσίαση αυτή γίνεται κατά τρόπο σαφή και εποπτικό ώστε να επιτρέπει την επιλογή των πιο κατάλληλων παραμέτρων για τους γεωστατικούς υπολογισμούς.
- στ) Υποβολή αιτιολογημένων προτάσεων σχετικά με το είδος και τον αριθμό των πρόσθετων γεωτεχνικών ερευνών που κρίνεται σκόπιμο να εκτελεστούν για να καλύψουν τυχόν ανεπαρκή στοιχεία της έρευνας ή να απαντήσουν σε τυχόν ερωτηματικά που προέκυψαν από τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας, εφόσον απαιτηθεί από την παραπάνω αξιολόγηση.

Οι γεωτεχνικές μελέτες αποτελούν υποστηρικτικές μελέτες στα πλαίσια των μελετών έργων οδοποιίας ενώ οι μελέτες γεωτεχνικών έργων αποτελούν αυτοτελείς μελέτες (Σχετική Υπουργική απόφαση ΔΜΕΟ/δ/01759/30-11-98 (ΦΕΚ Β1221/98)).

### **1.2.3 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΚΟΙΝΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

Αντικείμενο της έκθεσης κοινής γεωλογικής και γεωτεχνικής Αξιολόγησης είναι η εφαρμογή των συμπερασμάτων της γεωτεχνικής αξιολόγησης στο τεχνικόγεωλογικό προσομοίωμα, δηλαδή περιλαμβάνει τα θέματα κοινού ενδιαφέροντος μεταξύ της γεωλογικής μελέτης και της γεωτεχνικής αξιολόγησης, με στόχο τη συμβατότητα των συμπερασμάτων τους.

Στην έκθεση αυτή:

1. Επισημαίνονται τα προβλήματα που αναδεικνύονται από τις παραπάνω έρευνες, μελέτες και αξιολογήσεις.

2. Γίνεται εκτίμηση των επιπτώσεων των έργων στην γενική ευστάθεια της ευρύτερης περιοχής.,
3. Διατυπώνονται τεκμηριωμένες προτάσεις για την προσφορότερη λύση από τεχνικοοικονομική άποψη, σε θέματα κοινού ενδιαφέροντος γεωλόγου και γεωτεχνικού μελετητή.

#### **1.2.4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ**

Οι γεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες εκτελούνται σύμφωνα με σχετικά, εγκεκριμένα από την Υπηρεσία προγράμματα γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνών.

Τα προγράμματα αυτά συντάσσονται έγκαιρα με την συνεργασία των Μελετητών της Ομάδας μελέτης που έχουν σχέση με το αντικείμενο του συγκεκριμένου είδους έργου (π.χ. χαράξεις οδών, τεχνικά έργα, υπόγεια έργα).

Επισημαίνεται ότι θα γίνεται πλήρης και εκτεταμένη αιτιολόγηση της αναγκαιότητας εκτέλεσης του προτεινόμενου προγράμματος.

Η εκτέλεση γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνών προϋποθέτει την σύνταξη αντίστοιχων προγραμμάτων τα οποία θα εγκρίνονται από την Υπηρεσία πριν την εφαρμογή τους. Τα προγράμματα θα λαμβάνουν υπόψη τις σχετικές προτάσεις προγενέστερων σταδίων και τις εκτελεσθείσες έρευνες.

### **1.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΣΕ ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟ ΜΕ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ**

- 1.3.1 Οι γεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες και μελέτες αποτελούν τις υποστηρικτικές μελέτες υποδομής που είναι απαραίτητες για την εκπόνηση των μελετών έργων οδοποιίας. Λόγω αυτού θα πρέπει σ όλα τα στάδια εκπόνησης της μελέτης οδοποιίας και της εκπόνησης των μελετών των επιμέρους έργων στα πλαίσια αυτής να υπάρχει στενή συνεργασία του γεωλόγου και του γεωτεχνικού μελετητή τόσο μεταξύ τους όσο και με τους μελετητές των άλλων κατηγοριών μελετών ώστε να αλληλοτροφοδοτούνται με τις αναγκαίες για την αρτιότητα των μελετών πληροφορίες και στοιχεία και να

αποφεύγονται ασυμβατότητες, δεδομένου ότι οι έρευνες και οι μελέτες για κάθε στάδιο μελέτης οδοποιίας εκπονούνται παράλληλα.

1.3.2 Η μελέτη οδοποιίας συντάσσεται στα εξής τρία στάδια, σύμφωνα με το Π.Δ 696/74 και την Εγκ.37/95/ της Γ.Γ.Δ.Ε του ΥΠΕΧΩΔΕ:

α) Αναγνωριστική μελέτη οδοποιίας

β) Προμελέτη οδοποιίας

γ) Οριστική μελέτη οδοποιίας

1.3.3 Η μελέτη τεχνικών έργων (πλην σηράγγων) συντάσσεται στα εξής τρία στάδια, σύμφωνα με το Π.Δ 696/74 και την ΟΜΟΕ "τεύχος 10:Τεχνικά έργα" (αριθμ. Απόφασης έγκρισης ΔΜΕΟ/γ/ο/66/17-2-2003 του Υφυπουργού ΠΕΧΩΔΕ):

α) Προκαταρκτική επεξεργασία

β) Προμελέτη

γ) Οριστική μελέτη

1.3.4 Η μελέτη σηράγγων συντάσσεται στα εξής δύο στάδια σύμφωνα με την ΟΜΟΕ "τεύχος 8:Οδικές σήραγγες Έργα Πολιτικού Μηχανικού " (αριθμ. Απόφασης έγκρισης ΔΜΕΟ/γ/ο/285/19-2-2003 του Υφυπουργού ΠΕΧΩΔΕ):

α) Προκαταρκτική μελέτη

β) Οριστική μελέτη

1.3.5 Η μελέτη γεωτεχνικών έργων συντάσσεται γενικώς στα εξής δύο στάδια σύμφωνα με την κοινή Υπουργική απόφαση ΔΜΕΟ/δ/ο/1759/12-11-98 (ΦΕΚ Β 1221/98):

α) Προμελέτη

β) Οριστική μελέτη

Μετά από εντολή της Υπηρεσίας μπορεί να συνταχθεί απ ευθείας οριστική μελέτη.

1.3.6 Η εκπόνηση των διαφόρων σταδίων μελετών των ανωτέρω παραγράφων 1.3.3,1.3.4 και 1.3.5 σε σχέση με τα στάδια της μελέτης οδοποιίας γίνεται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην εγκύκλιο 37/95 της Γ.Γ.Δ.Ε του ΥΠΕΧΩΔΕ, τις ανωτέρω αναφερόμενες ΟΜΟΕ λαμβάνοντας υπόψη και τα αναφερόμενα στους πίνακες της κατωτέρω παραγράφου 1.3.7.

1.3.7 Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι απαιτούμενες γεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες και μελέτες και τα διάφορα στάδια αυτών σε συσχέτισμό με το στάδιο των μελετών των έργων στα οποία αφορούν και με τα στάδια της μελέτης οδοποιίας.

**A. ΧΑΡΑΞΗ:** ( Περιλαμβάνονται και οι γεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες για την ευστάθεια και έδραση επιχωμάτων και πρανών ορυγμάτων και την καταλληλότητα προϊόντων εκσκαφής ορυγμάτων, δανειοθαλάμων και λατομείων).

### A1.Στάδιο Αναγνωριστικής μελέτης Οδοποιίας

<p><b><u>Γεωλογικά</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνωριστική Γεωλογική Μελέτη</li> </ul>	<p><b><u>Γεωτεχνικά</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Τυχόν εκτέλεση περιορισμένου προγράμματος κυρίως για την διερεύνηση βασικών αβεβαιοτήτων στα πλαίσια της αναγνωριστικής γεωλογικής μελέτης</li> <li>• Πρόταση του Γεωλόγου και του Γεωτεχνικού μελετητή για εκτέλεση γεωτεχνικών ερευνών στα πλαίσια της προμελέτης οδοποιίας. Αφορά κυρίως γενικές γεωτεχνικές έρευνες στα πλαίσια της επιλογής της χάραξης της οδού και της υποστήριξης της οριστικής γεωλογικής μελέτης</li> </ul>
---	--

### A2. Στάδιο Προμελέτης Οδοποιίας

<p><b><u>Γεωλογικά</u></b></p> <p>Οριστική Γεωλογική Μελέτη</p>	<p><b><u>Γεωτεχνικά</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Γεωτεχνικές έρευνες αναγκαίες για την επιλογή του άξονα και στα πλαίσια της οριστικής γεωλογικής μελέτης.</li> <li>• Έκθεση Αξιολόγησης Γεωτεχνικών ερευνών.</li> </ul>
<p>Έκθεση κοινής Γεωλογικής και Γεωτεχνικής αξιολόγησης</p>	
<p>Γεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες για την επιλογή δανειοθαλάμων και καταλληλότητας προϊόντων ορυγμάτων και λατομείων</p>	



Έκθεση κοινής αξιολόγησης των ανωτέρω ερευνών , συμπεράσματα και προτάσεις για την επιλογή δανειοθαλάμων και λατομείων

### **Στάδιο Οριστικής Μελέτης Οδοποιίας**

<b><u>Γεωλογικά</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Συμπλήρωση της οριστικής γεωλογικής μελέτης, εφ' όσον απαιτείται, με βάση το συμπληρωματικό πρόγραμμα γεωτεχνικών ερευνών</li></ul>	<b><u>Γεωτεχνικά</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Συμπληρωματικές έρευνες στο σώμα της οδού, εφόσον απαιτούνται λαμβανομένου υπόψη του εκτελεσθέντος μέχρι την φάση αυτή προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών.</li><li>• Έκθεση Αξιολόγησης Γεωτεχνικών ερευνών.</li></ul>
Εφ' όσον απαιτηθεί συμπλήρωση της Γεωλογικής Μελέτης, θα συντάσσεται έκθεση κοινής γεωλογικής και γεωτεχνικής αξιολόγησης.	
	Γεωτεχνικές μελέτες στο σώμα της οδού (φυσικά και τεχνητά πρηνή ορυγμάτων, υψηλά επιχώματα κλπ)  Σημείωση:Οι μελέτες μπορεί να συνταχθούν σε ένα ή δύο στάδια (κατά την κρίση της Υπηρεσίας) που θα εκπονούνται μετά την οριστικοποίηση του άξονα της οδού.

### **B. ΤΕΧΝΙΚΑ (Περιλαμβάνεται και το οπλισμένο έδαφος):**

#### **B1: Προκαταρκτική επεξεργασία τεχνικών (πλην σηράγγων).**

(Συντάσσεται στο στάδιο της προμελέτης οδοποιίας).

<b><u>Γεωλογικά</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Λαμβάνεται υπόψη η οριστική γεωλογική μελέτη χάραξης.</li></ul>	<b><u>Γεωτεχνικά</u></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Πρόταση προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών.</li></ul>
---	--

#### **B2: Προμελέτη Τεχνικών -Προκαταρκτική μελέτη σηράγγων σύμφωνα με τον εγκριθέντα ΟΜΟΕ τεύχος 8**

(Συντάσσεται μετά την τελική επιλογή του άξονα ή μετά την έγκριση της προμελέτης οδοποιίας).

<p><b><u>Γεωλογικά</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Γεωλογική μελέτη στη περιοχή του τεχνικού, σε σημαντικά και μεγάλα τεχνικά ή τεχνικά με ιδιαιτερότητες. Στα λοιπά τεχνικά γεωλογική μελέτη συντάσσεται μετά από πρόταση του γεωλόγου μελετητή και αποδοχή από την Υπηρεσία.</li> <li>• Για τις σήραγγες ισχύουν τα αναφερόμενα στον εγκριθέντα ΟΜΟΕ τεύχος 8</li> </ul>	<p><b><u>Γεωτεχνικά</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Γεωτεχνικές έρευνες στα τεχνικά της οδού εφ' όσον απαιτούνται λαμβανομένου υπόψη του εκτελεσθέντος μέχρι την φάση αυτή προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών.</li> <li>• Έκθεση αξιολόγησης γεωτεχνικών ερευνών.</li> </ul>
<p>Έκθεση κοινής γεωλογικής και γεωτεχνικής αξιολόγησης εφόσον συνταχθεί γεωλογική μελέτη.</p>	
	<p>Γεωτεχνικές μελέτες τεχνικών (πρόταση θεμελίωσης, ευστάθεια πρσανών προσωρινών εκσκαφών κλπ)</p>

### **B3.Οριστική Μελέτη Τεχνικών και σιράγγων**

(Συντάσσεται μετά την οριστικοποίηση της οριστικής μελέτης οδοποιίας ή μετά την έγκρισή της)

<p><b><u>Γεωλογικά</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Αν υπάρξει απρόβλεπτο ή ανάγκη επίλυσης ειδικών προβλημάτων και διασαφήνισης γεωλογικών αβεβαιοτήτων, εκτελούνται συμπληρωματικές γεωλογικές έρευνες και μελέτες.</li> </ul>	<p><b><u>Γεωτεχνικά</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• .Αν και εφόσον απαιτηθεί συμπληρωματικές γεωτεχνικές έρευνες και συμπλήρωση της γεωτεχνικής μελέτης.</li> </ul>
--	--

**Γ. Γεωλογικά και γεωτεχνικά δεδομένα αναγκαία για την σύνταξη μελετών αντιστηρίξεων, βελτίωσης συνθηκών εδαφών θεμελίωσης και λοιπών γεωτεχνικών έργων.**

(Εκτελούνται στα πλαίσια της προμελέτης ή οριστικής μελέτης οδοποιίας ή εφαρμογή σε υπάρχον έργο )

<p><b><u>Γεωλογικά</u></b></p> <p>Γεωλογική μελέτη</p>	<p><b><u>Γεωτεχνικά</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Γεωτεχνικές έρευνες αν δεν καλύπτονται από τις εκτελεσθείσες στην περιοχή του έργου.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Έκθεση αξιολόγησης γεωτεχνικών ερευνών</li><li>• Μελέτη γεωτεχνικού έργου σύμφωνα με την ΚΥΑ ΔΜΕΟ/δ/ο/1759/12-11-1998 (ΦΕΚ Β 1221/98) και τα αναφερόμενα στο κεφάλαιο 4 του παρόντος.</li></ul> <p>Σημείωση: Οι μελέτες γεωτεχνικών έργων μπορεί να συνταχθούν σε ένα ή δύο στάδια (σχετική η ανωτέρω κοινή απόφαση)</p>

#### **Δ. Κατολισθήσεις :**

<b><u>Γεωλογικά</u></b>	
<b>Στάδιο Αναγνωριστικής μελέτης Οδοποιίας</b>	
Αναγνώριση του προβλήματος με βάση γεωλογική διερεύνηση της περιοχής	<ul style="list-style-type: none"><li>• Γεωτεχνικές έρευνες και εγκατάσταση του δικτύου παρακολούθησης του φαινομένου.</li></ul>
Απόφαση για την αποφυγή της διέλευσης της χάραξης ή για τη διέλευση της χάραξης με αντιμετώπιση του προβλήματος	

<b>Στάδιο προμελέτης Οδοποιίας</b>	
Εξειδικευμένες γεωλογικές έρευνες και μελέτη όπως περιγράφεται στο σχετικό κεφάλαιο του κειμένου.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Συμπληρωματικές γεωτεχνικές έρευνες εφόσον απαιτούνται λαμβανομένου υπόψη του εκτελεσθέντος μέχρι την φάση αυτή προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών</li> <li>• Έκθεση αξιολόγησης γεωτεχνικών ερευνών</li> </ul>
<b>Έκθεση κοινής γεωλογικής και γεωτεχνικής αξιολόγησης</b>	
	Γεωτεχνική προμελέτη έργων αποκατάστασης κατολίσθησης σύμφωνα με την ΚΥΑ ΔΜΕΟ/δ.ο/1759/12-11-98(ΦΕΚ Β1221/98) και τα αναφερόμενα στο κεφάλαιο 4 του παρόντος.
<b>Στάδιο οριστικής Μελέτης Οδοποιίας</b>	
Αν υπάρξει απρόβλεπτο η ανάγκη επίλυσης ειδικών προβλημάτων και διασαφήνισης γεωλογικών αβεβαιοτήτων, εκτελούνται συμπληρωματικές γεωλογικές έρευνες και μελέτες.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αν και εφόσον απαιτηθούν συμπληρωματικές γεωτεχνικές έρευνες.</li> <li>• Οριστική γεωτεχνική μελέτη έργων αποκατάστασης κατολίσθησης σύμφωνα με την ΚΥΑ ΔΜΕΟ/δ.ο/1759/12-11-98(ΦΕΚ Β1221/98) και τα αναφερόμενα στο κεφάλαιο 4 του παρόντος.</li> </ul>
<b>Σε υφιστάμενη Οδό</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναγνώριση του προβλήματος με βάση γεωλογική διερεύνηση και απόφαση για την αποφυγή της διέλευσης ή όχι του άξονα και αντιμετώπιση του προβλήματος.</li> <li>• Εξειδικευμένες γεωλογικές έρευνες και μελέτη όπως περιγράφεται στο σχετικό κεφ του κειμένου.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Γεωτεχνικές έρευνες και εγκατάσταση του δικτύου παρακολούθησης του φαινομένου.</li> <li>• Έκθεση αξιολόγησης γεωτεχνικών ερευνών.</li> </ul>
<b>Έκθεση κοινής γεωλογικής και γεωτεχνικής αξιολόγησης</b>	
Απευθείας οριστική γεωτεχνική μελέτη έργων αποκατάστασης κατολίσθησης σύμφωνα με την ΚΥΑ ΔΜΕΟ/δ.ο/1759/12-11-98(ΦΕΚ Β1221/98) και τα αναφερόμενα στο κεφάλαιο 4 του παρόντος.	

## **Ε. Γεωλογικά και γεωτεχνικά δεδομένα αναγκαία για την σύνταξη μελέτης Οδοστρωμάτων**

(Εκτελούνται στα πλαίσια της προμελέτης ή οριστικής μελέτης οδοποιίας ή εφαρμογή σε υπάρχον έργο )

<b><u>Γεωλογικά</u></b>	<b><u>Γεωτεχνικά</u></b>
Λαμβάνεται υπόψη η οριστική Γεωλογική μελέτη χάραξης και τυχόν συμπλήρωση της	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ερευνητικά φρέατα η επιφανειακές εκσκαφές κατά μήκος της οδού.</li><li>• Δοκιμές κατάταξης υλικών υπεδάφους και προσδιορισμού CBR</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Προσδιορισμός φέρουσας ικανότητας υπεδάφους</li><li>• Προσδιορισμός ανάγκης και τρόπου εξυγίανσης υπεδάφους</li></ul>

1.3.8 Σχετικά με τα αναφερόμενα στους πίνακες και με την χρονική συσχέτιση της εκτέλεσης των γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνών και μελετών με τις άλλες μελέτες ισχύουν και τα εξής:

- α) Όπου στους πίνακες αναφέρεται γεωλογική μελέτη νοούνται και οι αντίστοιχες γεωλογικές έρευνες.
- β) Η Γεωλογική μελέτη οριστικοποιείται μετά την ολοκλήρωση των γεωτεχνικών ερευνών του αντίστοιχου σταδίου της μελέτης του έργου ώστε να λαμβάνει υπόψη τα αποτελέσματά τους.
- γ) Η αξιολόγηση των γεωτεχνικών ερευνών οριστικοποιείται μετά την ολοκλήρωση της γεωλογικής μελέτης του αντίστοιχου σταδίου της μελέτης του έργου, ώστε να λαμβάνει υπόψη τα συμπεράσματά της.

## **1.4 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ -ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ**

### **1.4.1.ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ**

Οι γεωτεχνικές μελέτες θα εκπονούνται σύμφωνα αλλά όχι περιοριστικά, με τους Κανονισμούς που αναφέρονται παρακάτω από τις αντίστοιχες παραπομπές που αυτοί υποδεικνύουν. Η χρήση άλλων εναλλακτικών κανονισμών επιτρέπεται κατόπιν τεκμηρίωσης της αντιστοιχίας τους με τους Κανονισμούς που αναφέρονται παρακάτω ενώ για ειδικές περιπτώσεις ή θέματα που δεν καλύπτονται από αυτούς ή εμφανίζονται ορισμένες παρεκκλίσεις θα πρέπει να γίνεται ειδική αναφορά σε πρόσθετα βιβλιογραφικά δεδομένα και πηγές που χρησιμοποιεί ο Μελετητής.

- DIN 1054 Υπέδαφος: Επιτρεπόμενη φόρτιση του υπεδάφους (θεμελίωσης).
- DIN 1055 Φορτίσεις εδαφών και φορτία εδαφικών ωθήσεων.
- DIN 4014 [Μέρος 1] - Έγχυτοι πάσσαλοι συμβατικού τύπου: Διαδικασία κατασκευής, μελέτη και επιτρεπόμενα φορτία.
- DIN 4014 [Πρόσθετες σελίδες του Μέρους 1] - Έγχυτοι πάσσαλοι συμβατικού τύπου: Διαδικασία κατασκευής, μελέτη και επιτρεπόμενα φορτία.- Σχόλια
- DIN 4014 [Μέρος 2] - Έγχυτοι πάσσαλοι μεγάλης διαμέτρου: Διαδικασία κατασκευής, μελέτη και επιτρεπόμενα φορτία.
- DIN 4015 Εδαφομηχανική και μηχανική θεμελιώσεων.
- DIN 4017 Ανάλυση Υπεδάφους-Υπολογισμός φέρουσας ικανότητας θεμελίωσης.  
[Μέρος 1] – Κατακόρυφη κεντρική φόρτιση.  
[Μέρος 2] – Έκκεντρη και λοξή φόρτιση.
- DIN 4018 Υπέδαφος – Κατανομή των τάσεων επαφής κάτω από τα πέδιλα θεμελίωσης με κεντρική φόρτιση, υπολογισμός
- DIN 4019 Καθιζήσεις Υπεδάφους  
[Μέρος 1] – Υπολογισμός υποχωρήσεων σε κατακόρυφη κεντρική φόρτιση.  
[Μέρος 2] – Υπολογισμός υποχωρήσεων στην περίπτωση λοξής και έκκεντρης φόρτισης-Οδηγίες.
- DIN 4026 Εμπηγνυόμενοι πάσσαλοι - Διαδικασία κατασκευής, μελέτη και επιτρεπόμενα φορτία.[Πρόσθετες σελίδες του 4026] -Σχόλια.

- DIN 4030 Εκτίμηση των ιδιοτήτων του νερού του εδάφους και των αερίων από την πλευρά της δραστηρότητάς τους επί του σκυροδέματος
- .DIN 4084 [Μέρος 1] Υπέδαφος: Διερεύνηση ευστάθειας για κατασκευές αντιστηρίξεων αποφυγή θραύσης της βάσης.  
[Μέρος 2] – Υπέδαφος: Διερεύνηση ευστάθειας για κατασκευές αντιστηρίξεων προς αποφυγή θραύσης πρανούς. Σχόλια και παραδείγματα υπολογισμών.
- .DIN 4085 Υπέδαφος: Διερεύνηση Υπολογισμοί ώθησης γαιών για άκαμπτους τοίχους αντιστήριξης και ακρόβαθρα.
- DIN 4093 Μηχανική Θεμελιώσεων, ενέσεις σε υπέδαφος και κατασκευές. Οδηγίες προγραμματισμού και εκτέλεσης.
- DIN 4107 Υπέδαφος - παρακολούθηση υποχωρήσεων κατά και μετά τη κατασκευή τεχνικών έργων.
- DIN 4123 Εξασφάλιση κτιρίων στη περιοχή εκσκαφών, θεμελιώσεων και υποστηλώσεων.
- DIN 4124 Εκσκαφές και τάφροι - Πρανή, πλάτος χώρου εργασίας, αντιστήριξη.
- DIN 4125 [Μέρος 1] Αγκύρια εδάφους και βράχου - προσωρινά αγκύρια εδάφους -υπολογισμός, στατικός σχεδιασμός και δοκιμές.  
[Μέρος 2] Αγκύρια εδάφους και βράχου - μόνιμα αγκύρια εδάφους - υπολογισμός, στατικός σχεδιασμός και δοκιμές.
- DIN 4126 Εγχυτα διαφράγματα από σκυρόδεμα:Μελέτη και κατασκευή
- DIN 4128 Ενέσιμοι πάσσαλοι μικρής διαμέτρου (έγχυτοι και σύνθετοι).
- BS 729 (1971) Προστατευτικές επιστρώσεις αντικειμένων από σίδηρο και χάλυβα με θερμό βαθύ γαλβάνισμα.
- BS 812 Δοκιμές αδρανών.
- BS 1377 (1990) Βρετανικές Πρότυπες Μέθοδοι για δοκιμές Εδαφών για έργα Πολιτικού Μηχανικού
- BS 8006 (1995) Κώδικας πρακτικής για Ενισχυμένα/ Οπλισμένα εδάφη και άλλες επιχώσεις.
- BS 8081 (1989) Κώδικας πρακτικής για αγκυρώσεις εδάφους.
- ASTM (1991) Πρότυπες δοκιμές γεωσυνθετικών υλικών
- ASTM D751 (1995) Πρότυπες Μέθοδοι δοκιμών για πλέγματα με προστατευτική επένδυση
- AASHTO T 194-87 Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε Οργανικά με υγρή οξειδωση



- AASHTO -145 Κατάταξη Εδαφών
- ASTM D 1004 Πρότυπη Μέθοδος δοκιμής για αρχική αντίσταση σε σχίσιμο (tear) πλαστικής μεμβράνης και φύλλου.
- AASHTO M 92-91 Κόσκινα από συρματοπλέγμα για δοκιμές.
- Ε.Α.Κ. 2000 Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός- έκδοση 2000: ΦΕΚ 2184 Β΄/20-12-1999
- Εγκύκλιος Ε39/99 « Οδηγίες για την αντισεισμική μελέτη γεφυρών».

#### **1.4.2. ΙΣΧΥΟΝΤΕΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΥΠΕΧΩΔΕ**

Οι Τεχνικές Προδιαγραφές δειγματοληπτικών γεωτρήσεων ξηράς για γεωτεχνικές έρευνες. Έκδοση Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ: Ε101-83 (ΦΕΚ 363Β/24-6-83).

Οι Τεχνικές Προδιαγραφές Εργαστηριακών Δοκιμών Εδαφομηχανικής. Έκδοση Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ: Ε105-83 και Ε106-86 (ΦΕΚ 955Β/31-12-86).

Οι Τεχνικές Προδιαγραφές επί τόπου δοκιμών βραχομηχανικής. Έκδοση Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ: Ε102-84 και Ε103-84 (ΦΕΚ 70Β/8-2-85).

«Τεχνικές Προδιαγραφές Γεωλογικών Εργασιών στα πλαίσια Τεχνικών Έργων» του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ: Ε104-85 (ΦΕΚ 29/11-2-1986 Τόμος Β).

«Ανάλυση τιμών γεωλογικών εργασιών » ΦΕΚ 223/Β/2-4-1993,Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ: ΔΕΕ (ΕΚ1).

«Ανάλυση τιμών και λοιπά θέματα Γεωτεχνικών Ερευνών Μελετών Γεωτεχνικών Έργων και Γεωτεχνικών Μελετών» ΦΕΚ 1221 (30/11/1998).

«Πρότυπος Τεχνική Προδιαγραφή ΧΙ:» Εκτέλεση χωματοουργικών Έργων Οδοποιίας και Επενδύσεων- Φυτεύσεων αυτών ” Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ 1980.

#### **1.4.3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Οδηγίες Ελέγχου Ποιότητας Κατασκευής Δημοσίων Έργων – ΕΣΠΕΛ, 1999.

Πρόγραμμα Γεωτεχνικών Ερευνών στα πλαίσια του έτους ποιότητας για Δημόσια Έργα (1999) –Πρόταση Επιτροπής Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.

Οδηγίες για την εκπόνηση γεωλογικών μελετών εργασιών ερευνών στα πλαίσια για Δημόσια Έργα (1999) –Πόρισμα-Πρόταση Επιτροπής Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.

Διερεύνηση και κατάρτιση ολοκληρωμένου συστήματος τεχνικών προδιαγραφών και προσαρμογή των διεθνών απαιτήσεων στις Ελληνικές συνθήκες σχετικά με τις γεωλογικές-γεωτεχνικές εργασίες για τα οδικά έργα (Νοέμβριος 2001), ΕΔΑΦΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΤΕ, ΓΕΩΣΚΟΠΙΟ ΑΤΕ, ΕΥΠΑΛΙΝΟΣ ΑΤΕ, ΕΜΠ, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ/ΚΕΔΕ,ΕΥΔΕ/ΠΑΘΕ.

Συμβουλευτικό Σημείωμα ΗΑ 68/94: Μέθοδοι υπολογισμού για την ενίσχυση οδικών πρηνών με Οπλισμένο Έδαφος και Τεχνικές Ηλωσης του Εδάφους,

Εγχειρίδιο Μελέτης Οδών γεφυρών, Τόμος 4, Παράγραφος 1, Τμήμα 4, Υπουργείο μεταφορών του Ηνωμένου Βασιλείου.

Εγχειρίδιο χωματοργικών εργασιών [Earth Manual U.S Department of the Interior, Water and Power Resources Service(rename of U.S. Bureau of Reclamation) 1974 ;h 1980]

Association of Engineering Geologists. (1993 Γ'ΕΚΔΟΣΗ) Professional practice handbook.

Bieniawski,Z.T. (1979) Ταξινομήσεις Βραχώμαζας για κατασκευαστικούς σκοπούς, εκδ. John Wiley and Sons.

BGS (1999). Cartographic standar geological sympol index (RR 99-05).

BGS (1999). Rock classification, igneous rocks (RR 99-06).

BGS (1999). Rock classification, metamorphick rocks (RR 99-02).

BGS (1999). Rock classification, sediments and sedimentary rocks (RR 99-03).

BGS (1999). Rock classification, ground natural superficial deposits (RR 99-04).

Hoek,E., Marinos, P (2000) Gis: A geological friendly tool for rock mass strength estimation.

U.S ARMY CORPS OF ENGINEERS, Texnik ;ew Prodiagraf ;ew Melet; vn No 1,7,9,15,16, (E.N.1110)

Whiteside, P.G.D. 1986, "Discussion on Rockfall protection measures, Proc.Conf. Rock Engg and Excavation in an Urban Environment, Instration of Mining and Metallugty, Hong-Kong, 490-492.

Iwasaki T., Tokida K., Tatsuoka F., Watanabe S., Yasuda S. Sato H., 1982, Microzonation for soil liqeafction using simplified methods, Proc.3 rd Int. Earthquake Microzonztion comf.Seattle, 3, pp 1319 -1330.

Steward J.E., Williamson R., Mohny J., Guidelines for use of Fabrics in Constraction and Maintenance of Low – Volume Roads, USDA Forest Service Portland, Oregon, June 1997.

USBR. (2000). Engineering geology field manual.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ ΟΠΩΣ ΑΥΤΕΣ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΟΥ ΚΕΦ 1**

## **I. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ**

### **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η γνώση των γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών της περιοχής κατασκευής ενός τεχνικού έργου είναι καθοριστικής σημασίας για την άρτια μελέτη και εκτέλεση αυτού.

Οι γεωλογικές μελέτες αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα των διαφόρων σταδίων μελετών οποιουδήποτε τεχνικού έργου.

Σκοπός της γεωλογικής έρευνας και μελέτης είναι η πλήρης διερεύνηση των γεωλογικών, γεωμορφολογικών, τεκτονικών, υδρογεωλογικών και τεχνικογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή και που επηρεάζουν το προς κατασκευή έργο.

Η γεωλογική μελέτη περιλαμβάνει κατ' ελάχιστο τις ακόλουθες εργασίες:

- Συγκέντρωση και αξιολόγηση υπαρχόντων γεωλογικών, τεχνικογεωλογικών, υδρογεωλογικών, σεισμολογικών και λοιπών στοιχείων καθώς και συνεκτίμηση των γεωτεχνικών στοιχείων.
- Ερμηνεία αεροφωτογραφιών, δορυφορικών εικόνων κλπ
- Μακροσκοπική εξέταση των γεωλογικών ενοτήτων (τύπος πετρώματος, όρια, στρωματογραφική θέση, τεκτονική δομή) με επιτόπου έρευνες υπαίθρου (χαρτογραφήσεις, μετρήσεις κλπ)

- Εξέταση και λεπτομερής περιγραφή των γεωμορφολογικών στοιχείων της ευρύτερης περιοχής (διάβρωση, ανάγλυφο, κλίσεις πρηνών, κατακλυζόμενες περιοχές, περιοχές ευστάθειας) καθώς και προσδιορισμός της μορφής και έκτασης των γεωμορφολογικών ενοτήτων όπως κορήματα, κώνοι, ποτάμιες αναβαθμίδες.
- Εξέταση και λεπτομερής περιγραφή των τεχνικογεωλογικών χαρακτήρων των λιθολογικών ενονήτων, όπως συνεκτικότητα, (βαθμός χαλάρωσης ή βαθμός συγκόλλησης) έκταση και βαθμός αποσάθρωσης και εξαλλοίωσης, βαθμός διάρρηξης, καρστικότητα, οι παράγοντες που επηρεάζουν την αντοχή, εκσκαψιμότητα, σεισμική επικινδυνότητα γεωλογικών σχηματισμών καθώς και προσδιορισμός της έκτασης και του τύπου των μετακινήσεων πρηνών και κλιτύων. Τεχνική περιγραφή των ασυνεχειών, στατιστική επεξεργασία ασυνεχειών με δίκτυο Schmidt και προσδιορισμός δυνητικών ολισθήσεων. Κατατάξεις βραχομάζας σύμφωνα με τα διεθνώς γνωστά συστήματα ταξινόμησης (RMR, Q, GSI κα).
- Εξέταση της υδρογεωλογικής συμπεριφοράς των γεωλογικών σχηματισμών και της διακύμανσης της στάθμης των υπόγειων νερών και των προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν με την κατασκευή επιχωμάτων και την εκσκαφή πρηνών, τη διάνοιξη σηράγγων κ.λ.π.
- Εντοπισμός κατάλληλων θέσεων για τη λήψη δανείων υλικών και θέσεων αποθεσιοθαλάμων.
- Σύνταξη γεωλογικών και άλλων θεματικών χαρτών, τομών, μηκοτομών και διαγραμμάτων. Παρουσίαση χαρακτηριστικών φωτογραφιών.
- Σύνταξη τεύχους γεωλογικής μελέτης

Οι γεωλογικές ερευνητικές εργασίες εκτελούνται σε διάφορα στάδια, τα οποία ακολουθούν τα στάδια της κύριας μελέτης του έργου. Οι γεωλογικές εργασίες του κάθε σταδίου αποτελούν πάντοτε συνέχεια του προηγούμενου. Κλίμακα εργασίας της γεωλογικής μελέτης σε κάθε στάδιο είναι η ίδια με αυτή της κύριας μελέτης του έργου.

Συμπερασματικά στόχος του προγράμματος είναι να προσεγγίζεται σταδιακά το τεχνικογεωλογικό μοντέλο της περιοχής για τη σύνταξη δε αυτού είναι απαραίτητο να λαμβάνονται κάθε φορά υπόψη οι γεωλογικές ιδιαιτερότητες της περιοχής έρευνας καθώς και τα αποτελέσματα των γεωερευνητικών εργασιών και γεωτεχνικών ερευνών στις προηγούμενες και στην τρέχουσα φάση της μελέτης.

Οι παρούσες οδηγίες αναφέρονται στις κατηγορίες έργων οδοποιίας που ακολουθούν καθώς και σε μελέτες ειδικών θεμάτων στα πλαίσια τεχνικών έργων ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου και τα οποία μπορεί να μελετώνται αυτοτελώς (πχ λατομεία, δανειοθάλαμοι, αποθεσιοθάλαμοι, κατολισθήσεις κλπ)

Τα σχέδια που συνοδεύουν τις γεωλογικές μελέτες θα εκπονούνται πλήρως με μεθόδους και προγράμματα Ηλεκτρονικών Υπολογιστών (Η/Υ), εφόσον δίνονται στο γεωλόγο μελετητή τα απαραίτητα υπόβαθρα σε ψηφιακή μορφή.

Στη συνέχεια περιλαμβάνονται οι κατ' ελάχιστον απαιτούμενες γεωλογικές εργασίες ανά είδος τεχνικού έργου και στάδιο μελέτης.

## 2. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΤΑΔΙΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ

### **A1. Στάδιο Αναγνωριστικής μελέτης Οδοποιίας**

#### A1.1 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΤΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

##### A1.1.1 Περιεχόμενα

A/A	Ερευνητικές εργασίες
1	Γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5.000 έως 1:20.000 (ανάλογα με την κλίμακα της οδοποιίας)
2	Ερμηνεία αεροφωτογραφιών κλίμακας ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου
3	Γεωλογική μηκοτομή/ές (στην κλίμακα της χαρτογράφησης)
4	Γεωλογικές Τομές
5	Ανάλυση τεκτονικών στοιχείων –Ενεργά ρήγματα –Σεισμικότητα
6	Χάρτης τεχνικής γεωμορφολογίας και προβληματικών περιοχών.
7	Καταγραφή γεωερευνητικών εργασιών* *
8	Απογραφή Σημείων Εμφάνισης Νερού. Αξιολόγηση των δεδομένων.
9	Καταγραφή θέσεων λήψης αδρανών υλικών και πιθανών πηγών λήψης δανείων υλικών
10	Καταγραφή υφισταμένων πρηνών
11	Βοηθητικοί* Θεματικοί χάρτες
12	Τεύχος Γεωλογικής Μελέτης

##### A1.1.2 Αναλυτική περιγραφή ερευνητικών εργασιών και γεωλογικής μελέτης

###### α) Ερευνητικές εργασίες

---

\* κατόπιν τεκμηριωμένης πρότασης του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες και εφόσον υπάρχουν στοιχεία για την περιοχή

\*\*Ο όρος γεωερευνητικές εργασίες περιλαμβάνει τις γεωτεχνικές έρευνες και τις γεωλογικές εργασίες

- Γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5.000 έως 1:20.000. Σε κάθε περίπτωση η κλίμακα χαρτογράφησης είναι η ίδια με την κλίμακα της μελέτης οδοποιίας. Το συνολικό εύρος εξαρτάται από τη μορφολογία του ανάγλυφου και εκτείνεται σε ένα (1) χλμ. σε πεδινά τμήματα. Σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες μπορεί να είναι μεγαλύτερο μετά από αιτιολογημένη πρόταση του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας.
- Φωτογεωλογική ερμηνεία της ευρύτερης περιοχής σε κλίμακα 1:20.000 ή και μικρότερη, ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου.
- Γεωλογικές μηκοτομές στην κλίμακα της γεωλογικής χαρτογράφησης. Όλες οι μηκοτομές της οδοποιίας (εναλλακτικές χαράξεις) μετατρέπονται σε γεωλογικές μηκοτομές. Τα στοιχεία των επί μέρους θεματικών – βοηθητικών χαρτών θα συμπεριλαμβάνονται στις μηκοτομές.
- Εγκάρσιες γεωλογικές τομές στην κλίμακα της γεωλογικής χαρτογράφησης. Συντάσσονται σε χαρακτηριστικές θέσεις γεωλογικού και τεχνικού ενδιαφέροντος. Εφόσον έχουν εκτελεσθεί γεωτεχνικές έρευνες οι γεωλογικές τομές προτείνεται να διέρχονται απαραίτητα από τα σημεία αυτά.
- Αποτύπωση των κύριων ρηγμάτων-ρηξιγενών ζωνών, ταξινόμηση αυτών ανάλογα με την ενεργότητά τους. Στοιχεία σεισμικότητας της ευρύτερης περιοχής.
- Χάρτης προβληματικών περιοχών και τεχνικής γεωμορφολογίας. Καλύπτει όλη την περιοχή της γεωλογικής χαρτογράφησης, με ιδιαίτερη έμφαση στην εφικτότητα των διαφόρων λύσεων από τεχνικογεωλογική άποψη.
- Καταγραφή όλων των υφιστάμενων γεωερευνητικών εργασιών και γεωτεχνικών ερευνών.
- Απογραφή σημείων εμφάνισης νερού. Μετρήσεις στάθμης και παροχών πηγών. Αξιολόγηση των δεδομένων.
- Καταγραφή όλων των θέσεων λήψης αδρανών υλικών στην ευρύτερη περιοχή της ζώνης διέλευσης της χάραξης και κατ' αρχήν εντοπισμός θέσεων πιθανών πηγών λήψης δανείων υλικών για το σώμα των επιχωμάτων.
- Καταγραφή σε ειδικά απογραφικά δελτία των υφιστάμενων πρηνών - ορυγμάτων σε χαρακτηριστικές θέσεις στην ευρύτερη περιοχή της χάραξης και γεωλογική αξιολόγησή τους με κύριο στόχο τη διερεύνηση των συνθηκών ευστάθειάς τους. Τα στοιχεία της εργασίας αυτής αποτελούν τη βάση για τη μελέτη υφισταμένων πρηνών.
- Σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες, συντάσσονται βοηθητικοί θεματικοί χάρτες, εφόσον υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την περιοχή (π.χ κλίσεων αναγλύφου και αστάθειας, υδρολιθολογικός/ υδρογεωλογικός, τεκτονικός κ.λ.π.).
- 

## **β) Γεωλογική μελέτη**

Το τεύχος της Γεωλογικής μελέτης περιλαμβάνει ενδεικτικά τις παρακάτω ενότητες:

## **β1. Εισαγωγή**

Στην εισαγωγή αναφέρονται:

- Στοιχεία Σύμβασης (Φάση, Τίτλος Μελέτης, Αποφάσεις, Εργοδότης, Ανάδοχος, Έγκριση προγράμματος γεωλογικών εργασιών).
- Αντικείμενο – Σκοπός γεωλογικής μελέτης
- Εργασίες – Ομάδα Εργασίας (περιγραφή και επιμέτρηση των ποσοτήτων των γεωλογικών εργασιών που εκτελέστηκαν, Σχέδια που συνοδεύουν τη γεωλογική μελέτη, Ομάδα εργασίας γεωλογικής μελέτης)
- Θέση και στοιχεία χάραξης
- Υφιστάμενα στοιχεία και βιβλιογραφική αναφορά των σημαντικότερων εργασιών

## **β2. Γεωλογικές συνθήκες ευρύτερης περιοχής έργου**

### **Γεωμορφολογία**

Η εξέταση των γεωμορφολογικών συνθηκών στο στάδιο αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία και πρέπει να επικεντρώνεται στις επιπτώσεις που αυτές έχουν στο μελετώμενο έργο. Ενδεικτικά αντικείμενα:

- Περιγραφή των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών, κλίσεις φυσικού ανάγλυφου σε σχέση με τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών, ανάπτυξη υδρογραφικού δικτύου, στάδιο διάβρωσης, ύπαρξη ή μη καρστικών.
- Συνθήκες μακροχρόνιας ευστάθειας της περιοχής με βάση το στάδιο διάβρωσης και εντοπισμός εκδηλωμένων ασταθειών (παλαιών και νέων, κατολισθήσεων, ερπυσμών, καταπτώσεων βράχων κλπ.)
- Μορφή και λειτουργία (μόνιμη, εποχιακή) υδρογραφικού δικτύου σε σχέση με την χάραξη και εντοπισμός πιθανών ρευμάτων που παρουσιάζουν πλημμυρικές παροχές και σημαντικές στερεοπαροχές.
- Φυτοκάλυψη περιοχής
- Γεωμορφολογικά στοιχεία-Συμπεράσματα που πιθανά έχουν επιπτώσεις στην κατασκευή της οδού.



### **Γεωλογία**

- Γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή της χάραξης, διάκρισή τους σε αλπικούς και μεταλπικούς, γεωτεκτονικές ενότητες στις οποίες εντάσσονται οι αλπικοί σχηματισμοί, γεωγραφική κατανομή και έκταση γεωλογικών σχηματισμών. Προσδιορισμός γεωλογικού υπόβαθρου για την κλίμακα του έργου.
- Αντιπροσωπευτική στρωματογραφική στήλη της περιοχής με τους συμβολισμούς των σχηματισμών.
- Περιγραφή γεωλογικών σχηματισμών όπως η σχετική ηλικία, η λιθολογική σύσταση και η διακύμανση αυτής, η δομή, η υφή, το χρώμα, η ανομοιομορφία, η ετερογένεια, ο βαθμός κερματισμού, ο βαθμός καρστικοποίησης, η αποσάθρωση και η κάλυψη από εδαφικό μανδύα. Στην τελευταία αυτή περίπτωση καθώς και στην περίπτωση των πρόσφατων αποθέσεων απαραίτητο είναι να αναφέρεται το μέσο εκτιμώμενο πάχος τους.

### **Τεκτονική**

- Σύντομη περιγραφή των τεκτονικών φάσεων και της νεοτεκτονικής δραστηριότητας.
- Σχολιασμός υφιστάμενων στοιχείων κυρίως ως προς την ενεργότητα των ρηγμάτων. Απόσπασμα από το σεισμοτεκτονικό χάρτη του ΙΓΜΕ, κλίμακας 1:500.000 ή από νεοτεκτονικούς χάρτες που έχουν εκδοθεί, κλίμακας 1:100.000.
- Σχολιασμός των επί μέρους κατηγοριοποιήσεων των ρηγμάτων που έχουν γίνει στη γεωλογική οριζοντιογραφία. Εντοπίζονται οι κύριες διευθύνσεις των ρηγμάτων και οι σημαντικές ζώνες διάρρηξης.
- Κλίση και φορά κλίσης της στρώσης των σχηματισμών. Εντοπισμός διαφοροποιήσεων που οφείλεται σε πτυχώσεις.

### **Σεισμικότητα**

- Σχέδιο με διασπορά επικέντρων.
- Πίνακας με τα σημαντικότερα επίκεντρα στην ευρύτερη περιοχή (συντεταγμένες, μέγεθος κλπ).
- Αναφορά στη σεισμική ζώνη όπου ανήκει η περιοχή καθώς και οι φονικοί σεισμοί – καταστροφές που σημειώθηκαν κατά το παρελθόν

### **Υδρογεωλογία**

- Υδρολιθολογία – Εκτίμηση της διαπερατότητας (πρωτογενής ή δευτερογενής) των γεωλογικών σχηματισμών και ένταξή τους σε κατηγορίες (Διαπερατός– Ημιδιαπερατός – Αδιαπέρατος).
- Εφόσον υπάρχουν σημεία εμφάνισης νερού στην περιοχή τότε αναγράφεται η μεθοδολογία απογραφής. Συνιστάται οι πίνακες με τα στοιχεία απογραφής και τις μετρήσεις στάθμης να μπαίνουν στο Παράρτημα της μελέτης.
- Σχολιασμός κατά τμήματα της ανάπτυξης υδροφόρων οριζόντων (είδος, βάθος, υδραυλικά χαρακτηριστικά). Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται όταν η στάθμη βρίσκεται σε μικρό βάθος. Εκτίμηση της επιδεκτικότητας της περιοχής σε πλημμύρες. Εντοπισμός περιοχών με λιμνάζοντα νερά (εποχιακά, μόνιμα), έλη, κλπ.
- Αναφορά στις πηγές. Για τις μεγάλες καρστικές πηγές θα χρησιμοποιούνται στοιχεία από ΙΓΜΕ. Δίδεται ιδιαίτερη σημασία στις μικρές πηγές επαφής, κυρίως όταν η χάραξη διέρχεται με όρυγμα, ή όταν πηγές παροδικές καλύπτονται από επιχώματα της οδού.
- Υδρογεωλογικά στοιχεία και αναλύσεις - Συμπεράσματα σχετικά με επιπτώσεις υδραυλικού και τεχνικογεωλογικού χαρακτήρα στη ζώνη της χάραξης από τη δράση του υπόγειου νερού.

### **β3. Τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά γεωλογικών σχηματισμών**

Περιγράφονται τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών κυρίως με βάση μακροσκοπικά χαρακτηριστικά, παρατηρήσεις και πληροφορίες καθώς και βιβλιογραφικά στοιχεία για παρόμοιους σχηματισμούς. Αναλυτικότερα:

- Εφόσον υπάρχουν στοιχεία γεωρευστικών εργασιών ή έχει εκτελεσθεί πρόγραμμα κατά το παρόν στάδιο της μελέτης, γίνεται η τεχνικογεωλογική αξιολόγηση τους, ώστε να καθοριστεί το είδος του γεωλογικού σχηματισμού που έχει διατηρηθεί. Για το λόγο αυτό συντάσσεται πίνακας με τον αύξοντα αριθμό της γεώτρησης που αξιολογείται, τον κωδικό της γεώτρησης, το εύρος της λιθολογικής περιγραφής και ο χαρακτηρισμός της και τέλος ο γεωλογικός σχηματισμός στον οποίο αξιολογείται ότι εντάσσεται.
- Αναφέρονται με μορφή πίνακα τα κύρια φυσικά χαρακτηριστικά γεωλογικών σχηματισμών του υπόβαθρου και των χαλαρών καλυμμάτων. Τα στοιχεία που καταγράφονται στον πίνακα είναι η ονομασία του σχηματισμού, ο συμβολισμός του, η ανομοιομορφία του (μικρή, μέτρια, μεγάλη, πολύ μεγάλη) ή ευκολία στην αποσάθρωση (με αντίστοιχες κατηγορίες), η διαπερατότητα (υψηλή, μέτρια, χαμηλή, πολύ χαμηλή, πρακτικά αδιαπέρατος σχηματισμός), η κατ' αρχήν εκτίμηση των συνθηκών ευστάθειας των πρσανών, η εκτιμώμενη εκσκαψιμότητα, η εξεύρεση κατάλληλων γεωλογικών σχηματισμών και

αποθέσεων με βάση τεχνικογεωλογικά κριτήρια για δάνεια υλικά και το σεισμοτεκτονικό καθεστώς της περιοχής.

- Σχολιάζεται η αναμενόμενη συμπεριφορά από τεχνικογεωλογική άποψη και τα πιθανά προβλήματα του κάθε σχηματισμού έναντι αστάθειας, λόγω της κατασκευής των προβλεπόμενων έργων.
- Εφόσον προβλέπεται κατασκευή σήραγγας περιγράφεται η κατ' αρχήν αναμενόμενη συμπεριφορά των σχηματισμών στους οποίους θα γίνει η διάνοιξη της σήραγγας.

#### **β4. Τεχνικογεωλογικές συνθήκες κατά μήκος των χαράξεων**

Η περιγραφή των τεχνικογεωλογικών συνθηκών γίνεται για κάθε λύση ξεχωριστά. Αναλυτικότερα:

- Διαχωρισμός σε τμήματα ανάλογα με το γεωλογικό σχηματισμό και το είδος των έργων.
- Περιγραφή για κάθε τμήμα των πιθανών γεωλογικών προβλημάτων που σχετίζονται με την κατασκευή των ορυγμάτων, επιχωμάτων και τεχνικών. Για τα ορύγματα γίνεται μια πρώτη εκτίμηση των συνθηκών ευστάθειας των πρανών, ανάλογα με τις τοπικές γεωλογικές συνθήκες, για τις ανάγκες των προμετρήσεων των χωματουργικών εργασιών. Στα επιχώματα εκτιμάται το πάχος φυτικών ή οργανικών γαιών, ώστε να είναι δυνατός ο προσδιορισμός του πάχους εξυγίανσης. Αντίστοιχα αναφέρονται τα εδάφη στα οποία προβλέπεται να εδραστούν τα τεχνικά.
- Αναφορά και επεξήγηση των κατηγοριών δυσκολίας για κάθε επιμέρους τμήμα της οδού λόγω γεωλογικών προβλημάτων. Κριτήρια κατηγοριοποίησης για την περιοχή μελέτης.
- Σχολιασμός του χάρτη προβληματικών περιοχών και τεχνικής γεωμορφολογίας με τα προβλήματα κατά μήκος των λύσεων και πιθανές θέσεις για τις οποίες υπάρχουν γεωλογικές ασάφειες.

#### **β5. Σύγκριση χαράξεων με τεχνικογεωλογικά κριτήρια**

Για τη σύγκριση μεταξύ των λύσεων χρησιμοποιούνται τεχνικογεωλογικά κριτήρια, τα οποία επηρεάζουν την εφικτότητα και το κόστος κάθε λύσης. Η αξιολόγηση μπορεί να γίνει με τη μορφή διαγραμμάτων, ιστογραμμάτων κλπ, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται εποπτική εικόνα των κριτηρίων.

Τα κυριότερα είναι:

- Πινακοποίηση των τεχνικογεωλογικών προβλημάτων και βαθμονόμησή τους ανάλογα με τη δυσκολία αντιμετώπισής τους.
- Στοιχεία εκτιμώμενης εκσκαψιμότητας και ποσότητας των υλικών που θα εκσκαφθούν κατά μήκος της χάραξης. Αυτό μπορεί να προκύψει μετά από εμβαδομέτρηση των γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στη μηκοτομή πάνω από το επίπεδο της ερυθράς.
- Στοιχεία της κατ' αρχή εκτιμώμενης καταλληλότητας των προϊόντων εκσκαφής με βάση τα στοιχεία της προηγούμενης εμβαδομέτρησης.
- Σχολιάζονται τα αποτελέσματα και προτείνεται η λύση με τα καλύτερα γεωλογικά δεδομένα.

#### **β6. Δάνεια υλικά – Λατομεία**

- Σχολιάζεται η επάρκεια σε δάνεια υλικά στην περιοχή της ζώνης διέλευσης της χάραξης.
- Αναφέρονται ειδικά προβλήματα της περιοχής (πχ προσπελάσεις).
- Αναφέρονται τα αποτελέσματα της καταγραφής των θέσεων λήψης αδρανών υλικών

#### **β7. Συμπεράσματα – Προτάσεις**

Στα συμπεράσματα της Γεωλογικής μελέτης πρέπει να αναφέρονται με σαφήνεια τα αποτελέσματα της αξιολόγησης που προκύπτουν από κάθε επί μέρους κεφάλαιο των θεματικών ενοτήτων.

Αναφέρονται απαραίτητα τα αποτελέσματα της συγκριτικής αξιολόγησης των λύσεων σύμφωνα με τεχνικογεωλογικά κριτήρια. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στα χαρακτηριστικά προβλήματα των λύσεων που μειονεκτούν από τεχνικογεωλογική άποψη.

Εντοπίζονται οι περιοχές για τις οποίες υπάρχουν γεωλογικές ασάφειες καθώς και το είδος τους, η διερεύνηση των οποίων θα πρέπει απαραίτητως να γίνει στο στάδιο της προμελέτης για την οριστικοποίηση της λύσης.

## **A2. Στάδιο Προμελέτης Οδοποιίας**

### **A2.1 ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

#### **A2.1.1 Περιεχόμενα**

<b>A/A</b>	<b>Ερευνητικές εργασίες</b>
1	Γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:2.000 ή μεγαλύτερη (ανάλογα με την κλίμακα της οδοποιίας)
2	Ερμηνεία αεροφωτογραφιών της μεγαλύτερης δυνατής κλίμακας
3	Γεωλογική μηκοτομή/ές (στην κλίμακα της χαρτογράφησης)
4	Γεωλογικές Τομές και Διατομές
5	Ανάλυση τεκτονικών στοιχείων – Ενεργά ρήγματα -Σεισμικότητα
6	Χάρτης τεχνικής γεωμορφολογίας και προβληματικών περιοχών.
7	Χάρτης υπεδαφικών ισοψιών
8	Μετρήσεις στάθμης και παροχής πηγών. Αξιολόγηση των δεδομένων
9	Καταγραφή γεωερευνητικών εργασιών
10	Τεκτονικά Διαγράμματα κυρίως για Χωματουργικά
11	Έλεγχος Δυνητικών Ολισθήσεων
12	Ταξινομήσεις Βραχώμαζας
13	Τεχνικογεωλογικός χάρτης και γεωλογικής επικινδυνότητας
14	Βοηθητικοί * Θεματικοί χάρτες
15	Τεύχος Γεωλογικής Μελέτης

---

\* κατόπιν τεκμηριωμένης πρότασης του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες και εφόσον υπάρχουν στοιχεία για την περιοχή.

## A2.1.2 Αναλυτική περιγραφή ερευνητικών εργασιών και γεωλογικής μελέτης

### α) Ερευνητικές εργασίες

- Γεωλογική χαρτογράφηση με έμφαση στα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά, σε κλίμακα 1:2.000 ή μεγαλύτερη και συνολικού εύρους ανάλογα με το τοπογραφικό υπόβαθρο. Γενικά κυμαίνεται από 300-500 μ. εκατέρωθεν του άξονα της χάραξης. Σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες μπορεί να είναι μεγαλύτερο μετά από αιτιολογημένη πρόταση του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας. Σε κάθε περίπτωση η κλίμακα χαρτογράφησης συμβαδίζει με αυτή της μελέτης οδοποιίας.
- Φωτογεωλογική ερμηνεία στη μεγαλύτερη δυνατή κλίμακα, 1:15.000 ή μεγαλύτερη.
- Γεωλογικές μηκοτομές στην κλίμακα της γεωλογικής χαρτογράφησης και για όλες τις εναλλακτικές λύσεις χάραξης. Όλες οι μηκοτομές της οδοποιίας μετατρέπονται σε γεωλογικές μηκοτομές οι οποίες θα πρέπει να ενημερώνονται με τις εκτελεσθείσες γεωερευνητικές εργασίες.
- Εγκάρσιες γεωλογικές τομές και διατομές αντίστοιχης κλίμακας με τη γεωλογική χαρτογράφηση, σε χαρακτηριστικές θέσεις γεωλογικού και τεχνικού ενδιαφέροντος. Προτείνεται οι διατομές να διέρχονται από τις θέσεις των γεωτεχνικών ερευνών, εφόσον υπάρχουν, και η κλίμακα να είναι αντίστοιχη με τις διατομές της οδοποιίας.
- Ενημερώνεται με βάση το λεπτομερέστερο τοπογραφικό υπόβαθρο και συμπληρώνεται ενδεχομένως, η απογραφή σημείων εμφάνισης νερού στη ζώνη γεωλογικής χαρτογράφησης. Λαμβάνονται νέες μετρήσεις στάθμης και παροχής πηγών και γίνεται λεπτομερής ανάλυση των υδρογεωλογικών δεδομένων σε σχέση με το έργο.
- Καταγραφή γεωερευνητικών εργασιών. Καταγράφονται και αξιολογούνται τεχνικογεωλογικά στα πλαίσια της μελέτης όλες οι υπάρχουσες γεωερευνητικές εργασίες.
- Καταγραφή υφιστάμενων πρηνών (εάν απαιτούνται) και σχολιασμός της ευστάθειας αυτών με γεωλογικά κριτήρια, (στρωματογραφική διάρθρωση, λιθολογική κίνηση, συνεκτικότητα (βαθμός χαλάρωσης ή συγκόλλησης), συνδετικό υλικό και κατανομή αυτού, διάρρηξη-κερματισμός, δυσμενής κλίση στρώσης, σχιστότητας, ασυνεχειών κ.λ.π.)
- Μικροτεκτονικές αναλύσεις (Δίκτυα Schmidt) για το σύνολο των χωματογενικών εργασιών με σκοπό τον εντοπισμό των συστημάτων ασυνεχειών και την κατηγοριοποίησή τους (κυρίαρχα και δευτερεύοντα), ανάλογα με τις επιπτώσεις τους. Γίνονται σε βραχύωδεις εμφανίσεις του γεωλογικού υποβάθρου και σε χαρακτηριστικές θέσεις υψηλών ορυγμάτων και πρηνών και άλλων προσωρινών εκσκαφών. Η λήψη των τεκτονικών διαγραμμάτων γίνεται σύμφωνα με τις διαφοροποιήσεις των γεωλογικών σχηματισμών και των τεκτονικών στοιχείων.

- Έλεγχος δυνητικών ολισθήσεων βραχωδών πρηνών. Σε κάθε θέση μικροτεκτονικής ανάλυσης γίνεται έλεγχος δυνητικών ολισθήσεων.
- Αναλόγως του είδους του έργου (π.χ. υψηλά βραχώδη ορύγματα, τεχνικά κλπ) γίνεται ταξινόμηση βραχώμαζας σύμφωνα με τα διεθνώς παραδεκτά συστήματα (π.χ. RMR, GSI, Q). Εφαρμόζεται μία ή περισσότερες μέθοδοι ταξινόμησης.
- Σύνταξη τεχνικογεωλογικού χάρτη και γεωλογικής επικινδυνότητας με επικέντρωση στα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών σε σχέση με τα κατά περιοχές γεωλογικά προβλήματα και κινδύνους και τα σχεδιαζόμενα έργα.
- Χάρτης υπεδαφικών ισουψών, όπου είναι αναγκαίος και υπάρχουν επαρκή στοιχεία από γεωτρήσεις, ερευνητικά φρέατα κλπ
- Σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες, συντάσσονται βοηθητικοί - θεματικοί χάρτες, εφόσον υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την περιοχή, μετά από τεκμηριωμένη πρόταση του Γεωλόγου μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας..

## **β) Γεωλογική μελέτη**

Το τεύχος της Γεωλογικής μελέτης περιλαμβάνει ενδεικτικά τις παρακάτω ενότητες:

### **β1. Εισαγωγή**

Όπως στο κεφ. Α1.1.2, β1

### **β2. Γεωλογικές συνθήκες**

Όπως στο κεφ. Α1.1.2, β2. Λαμβάνονται υπόψη οι γεωλογικές συνθήκες στην ευρύτερη περιοχή όπως έχουν αναφερθεί στο προηγούμενο Αναγνωριστικό στάδιο και ο σχολιασμός των υποενοτήτων της γεωμορφολογίας, γεωλογίας, τεκτονικής, σεισμικότητας και υδρογεωλογίας επικεντρώνεται στη στενή ζώνη της γεωλογικής χαρτογράφησης του παρόντος σταδίου και στις επιπτώσεις που έχει κάθε παράμετρος στα σχεδιαζόμενα έργα.

### **β3. Τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά γεωλογικών σχηματισμών.**

- Γίνεται Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση των ερευνητικών γεωτρήσεων, φρεάτων κλπ που έχουν εκτελεσθεί κατά το παρόν στάδιο μελέτης. Συμπεριλαμβάνονται επίσης και τα αποτελέσματα ενδεχόμενων προηγούμενων γεωτεχνικών ερευνών.
- Περιγράφονται και σχολιάζονται για κάθε τεχνικογεωλογική ενότητα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, τα οποία καθορίζουν τη συμπεριφορά της και την προβληματικότητα της σε εκσκαφές ορυγμάτων, θεμελίωσης επιχωμάτων

κλπ. Τέτοιες πληροφορίες είναι η λιθολογική σύσταση για τους εδαφικούς σχηματισμούς η συνεκτικότητα (βαθμός χαλάρωσης ή συγκόλλησης), η ανομοιομορφία, η ευκολία στην αποσάθρωση, εύρος κλίσεων ευστάθειας τεχνητών εκσκαφών, καταλληλότητα υλικών εκσκαφής, εκσκαψιμότητα, υδρογεωλογικός χαρακτηρισμός (διαπερατοί, πορώδεις, καρστικοί, ημιδιαπερατοί, πρακτικά αδιαπέρατοι), τεκτονική εικόνα σχηματισμού του γεωλογικού υπόβαθρου (στρωσιγενής, μονοκλινής, πτυχωμένος, πολυπτυχωμένος, σχιστοποιημένος, κατακερματισμένος, με μεγάλα συστήματα διακλάσεων).

- Ανάλυση του σεισμοτεκτονικού καθεστώτος και λεπτομερής μελέτη των επιπτώσεων των ενεργών ρηγμάτων, αν τέτοια ρήγματα είναι εντοπισμένα στο προηγούμενο στάδιο της γεωλογικής μελέτης.

#### **β4. Χαρακτηριστικά βραχόμαζας**

- Εφόσον έχουν συνταχθεί τεκτονικά διαγράμματα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματά τους καθώς επίσης και τα αποτελέσματα του ελέγχου δυνητικών ολισθήσεων.
- Εφόσον έχουν γίνει ταξινομήσεις βραχόμαζας παρουσιάζονται και σχολιάζονται οι παραδοχές και τα αποτελέσματα (εύρος τιμών).

#### **β5. Τεχνικογεωλογικές συνθήκες κατά μήκος της χάραξης**

Σχολιάζονται ανά τμήματα κατά μήκος της χάραξης οι τεχνικογεωλογικές συνθήκες, τα προβλήματα που οι συνθήκες αυτές υπαγορεύουν και αναμένονται κατά την κατασκευή του έργου και η ανάγκη περαιτέρω γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνών για την αποσαφήνιση αυτών.

- Για τα χωματουργικά έργα (ορύγματα – επιχώματα) που προβλέπονται κατά μήκος της χάραξης δίδονται λεπτομερή τεχνικογεωλογικά στοιχεία σύμφωνα με τα αποτελέσματα των γεωλογικών ερευνών, λαμβανόμενων υπόψη και των αξιολογήσεων των αποτελεσμάτων των γεωτεχνικών ερευνών.

#### **β6. Συμπεράσματα – Προτάσεις**

Αναφέρονται με σαφήνεια τα αποτελέσματα της αξιολόγησης που προκύπτουν από κάθε επί μέρους κεφάλαιο των θεματικών ενοτήτων. Αναλύονται τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών και η αναμενόμενη συμπεριφορά από τεχνικογεωλογική άποψη και τα πιθανά προβλήματα του κάθε σχηματισμού.

Περιγράφονται οι τεχνικογεωλογικές συνθήκες κατά μήκος της χάραξης και τα πιθανά γεωλογικά προβλήματα που οι συνθήκες, αυτές υπαγορεύουν, καθώς και τυχόν ανάγκη περαιτέρω γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνών για την αποσαφήνιση αυτών.



## A2.2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΑΝΕΙΟΘΑΛΑΜΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ

### A2.2.1 Περιεχόμενα

A/A	Ερευνητικές εργασίες
1	Επέκταση Γεωλογικής χαρτογράφησης κλίμακας 1:5.000 έως 1:20.000, σε περιοχές ενδιαφέροντος
2	Καταγραφή ενεργών και ανενεργών θέσεων δανειοθαλάμων και λατομείων
3	Σύνταξη προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών για δανειοθαλάμους από κοινού με τον γεωτεχνικό μηχανικό.
4	Χαρακτηρισμός καταλληλότητας γεωλογικών σχηματισμών και τεταρτογενών αποθέσεων για την χρήση τους σαν δάνεια υλικά για τα διάφορα έργα.
5	Τεύχος Γεωλογικής Μελέτης

### A2.2.2 Αναλυτική περιγραφή ερευνητικών εργασιών και Γεωλογικής Μελέτης

#### α Ερευνητικές Εργασίες

Η έρευνα – μελέτη Δανειοθαλάμων – Αποθεσιοθαλάμων – Λατομείων μπορεί να παρουσιάζεται σε ξεχωριστό τεύχος στα πλαίσια της αναγνωριστικής μελέτης του έργου και περιλαμβάνει ενδεικτικά τα ακόλουθα:

1. Γίνεται επέκταση της γεωλογικής χαρτογράφησης πέραν των ορίων της χαρτογραφημένης περιοχής εφόσον αυτή συνήθως δεν επαρκεί για να καθοριστούν θέσεις δανειοληψίας. Η επέκταση της χαρτογράφησης γίνεται σε περιοχές ενδιαφέροντος με βάση της πληροφορίες των επιτόπου υπηρεσιών και γενικότερα της καταγραφής των ενεργών και ανενεργών λατομείων και δανειοθαλάμων. Ο χάρτης αυτός συντάσσεται με σκοπό τον εντοπισμό περιοχών, οι οποίες μπορεί να λειτουργήσουν κατά την φάση κατασκευής του έργου ως δανειοθάλαμοι (για διάφορες χρήσεις στα έργα οδοποιίας) και ως αποθεσιοθάλαμοι. Οι εργασίες για την σύνταξη του χάρτη είναι ενδεικτικά οι παρακάτω:

- Τοποθέτηση στον χάρτη και οριοθέτησή των θέσεων των δανειοθαλάμων και αποθεσιοθαλάμων που έχουν καταγραφεί. Παρουσίαση των αποτελεσμάτων με διαφορετικούς συμβολισμούς ανάλογα με την περίπτωση.
- Χαρακτηρισμός των γεωλογικών σχηματισμών ως προς την κατ' αρχή καταλληλότητά τους για την χρήση ως δάνεια υλικά για τα διάφορα έργα οδοποιίας με βάση τεχνικογεωλογικά κριτήρια. Επίσης υποβοηθητικό

στοιχείο για την επιλογή της θέσης είναι ο χαρακτηρισμός της εκσκαψιμότητας των γεωλογικών σχηματισμών, διάκριση η οποία θα πρέπει να γίνεται στο υπόμνημα του χάρτη, οι συνθήκες ευστάθειας, το υδρογεωλογικό καθεστώς, οι απορροές, οι χρήσεις γης, η δυνατότητα προσπέλασης κλπ.

- Ο χάρτης αυτός περιλαμβάνει, το όριο της χωροθέτησης του δανειοθαλάμου ή του αποθεσιοθαλάμου και τον όγκο απόληψης ή απόθεσης υλικών.

2. Γίνεται καταγραφή των υπαρχόντων δανειοθαλάμων και λατομείων ενεργών ή ανενεργών για τους οποίους συντάσσεται καταγραφικό έντυπο ή πίνακας όπου δίδονται κατ' ελάχιστο η θέση του, το είδος των υλικών, η εκσκαψιμότητα, η επιφανειακή τους ανάπτυξη (εμβαδόν), το είδος της βλάστησης, η ύπαρξη υπόγειων ή επιφανειακών νερών, το μέγιστο και ελάχιστο πάχος, ο όγκος των αποθεμάτων, η ελάχιστη απόσταση από οικισμούς, οι χρήσεις γης, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, οι συνθήκες προσπέλασης και η μέση απόσταση από το έργο. Φωτογραφική τεκμηρίωση για κάθε θέση.

3. Κατά την φάση της χαρτογράφησης εντοπίζονται θέσεις (κύριες και εναλλακτικές εφόσον αυτό είναι δυνατόν) δανειοθαλάμων και αποθεσιοθαλάμων οι οποίοι πληρούν της ισχύουσες περιβαλλοντικές δεσμεύσεις. Γίνεται επιλογή των θέσεων σε συνεργασία με τον μελετητή του συγκοινωνιακού έργου. Για τις θέσεις οι οποίες προκρίνονται συντάσσεται σε συνεργασία με τον γεωτεχνικό μελετητή του έργου και υποβάλλεται αναλυτικό πρόγραμμα ποσοτήτων ερευνητικών φρεάτων και γεωτρήσεων που απαιτούνται και των εργαστηριακών δοκιμών, λαμβάνοντας υπόψη της ιδιαιτερότητες του έργου.

## **β. Γεωλογική μελέτη**

Στις μελέτες των λατομείων δίνονται στοιχεία σχετικά με το είδος του πετρώματος, τη φυσική του κατάσταση, την εκσκαψιμότητά του, το πάχος των ακατάλληλων υπερκείμενων, τον όγκο των αποθεμάτων, τις συνθήκες μετώπου( μικροτεκτονικές αναλύσεις για τη μελέτη της ευστάθειάς του ), την απόσταση από το έργο, τις συνθήκες προσπέλασης, την ύπαρξη υπογείων ή επιφανειακών νερών, τη χρήση γης, ιδιοκτησιακό καθεστώς κλ.π.

Στις μελέτες των δανειοθαλάμων δίδονται το είδος των υλικών, η εκσκαψιμότητα, η επιφανειακή τους ανάπτυξη (εμβαδόν ) μέγιστο και ελάχιστο πάχος, ο όγκος των αποθεμάτων, οι συνθήκες προσπέλασης η απόσταση από το έργο κ.λ.π.

Στις μελέτες των αποθεσιοθαλάμων δίνονται στοιχεία σχετικά με τις συνθήκες ευστάθειας, της εκδήλωσης και της δίαιτας των υπογείων υδάτων (πηγές), την παρεμπόδιση των επιφανειακών απορροών, κ.λπ. Ιδιαίτερη μνεία γίνεται για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των παραπάνω προτεινόμενων εργασιών.

## A3. Στάδιο Οριστικής Μελέτης Οδοποιίας

### A3.1 ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΗΣ ΟΡΙΣΤΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

#### A3.1.1 Περιεχόμενα

- Οι Γεωλογικές έρευνες και μελέτες θα πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί πριν την εκπόνηση αυτού του σταδίου. Εάν όμως κατά τη διάρκεια της οριστικής μελέτης Οδοποιίας προκύψει αλλαγή χάραξης ή εκτέλεση συμπληρωματικού προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών τότε θα πρέπει να συνταχθεί νέα οριστική Γεωλογική Μελέτη (για τη νέα χάραξη)ή να γίνει συμπλήρωση της υπάρχουσας Οριστικής μελέτης, εφόσον προκύψει τροποποίηση των γεωλογικών συνθηκών, μετά από πρόταση του γεωλόγου μελετητή και την έγκριση της Υπηρεσίας. Ειδικότερα στην τελευταία περίπτωση περιλαμβάνονται το σύνολο ή μέρος των ερευνών και η αντίστοιχη μελέτη της παρ. Α 2.1.1, ανάλογα με την έκταση και την σπουδαιότητα των προβλημάτων που προέκυψαν και με την προσέγγιση πλέον που επιτρέπει η λεπτομερέστερη κλίμακα της γεωλογικής χαρτογράφησης (1:1000 η μεγαλύτερη) καθώς και η ολοκλήρωση των γεωτεχνικών ερευνών.

Ειδικότερα το συνολικό εύρος της χαρτογράφησης εκτείνεται σε ζώνη 300-500 μ. και σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να είναι μεγαλύτερο μετά από αιτιολογημένη πρόταση του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας.

Επίσης στο στάδιο αυτό γίνεται και σύνταξη τεχνικογεωλογικού χάρτη και γεωλογικής επικινδυνότητας σε κλίμακα 1:1000 ή μεγαλύτερη με εύρος όπως και του βασικού χάρτη. Ο χάρτης αυτός θα είναι αποτέλεσμα της συναξιολόγησης όλων των διαθέσιμων γεωλογικών, γεωμορφολογικών, υδρογεωλογικών και τεχνικογεωλογικών στοιχείων προσαρμοσμένες στις ανάγκες του συγκεκριμένου έργου.

Τέλος στο στάδιο αυτό μπορεί να κριθεί απαραίτητο και η σύνταξη βοηθητικών θεματικών χαρτών.

## **B. ΤΕΧΝΙΚΑ**

---

### **B1. Στάδιο Προκαταρκτικής Επεξεργασίας Τεχνικών (πλην σηράγγων)**

Λαμβάνεται υπόψη η Οριστική Γεωλογική Μελέτη Χάραξης

### **B2. Στάδιο Προμελέτης Τεχνικών(πλην σηράγγων)**

#### **B2.1 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

##### **B2.1.1 Περιεχόμενα**

<b>A/A</b>	<b>Ερευνητικές εργασίες</b>
1	Γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:2.000 ή μεγαλύτερη (ανάλογα με την κλίμακα του στατικού μελετητή)
2	Ερμηνεία αεροφωτογραφιών της μεγαλύτερης δυνατής κλίμακας
3	Γεωλογική μηκοτομή χωρίς παραμόρφωση υψών
4	Γεωλογικές Τομές και Διατομές
5	Ανάλυση τεκτονικών στοιχείων –Ενεργά ρήγματα –Σεισμικότητα
6	Τεκτονικά Διαγράμματα – Έλεγχος Δυνητικών Ολισθήσεων
7	Ταξινομήσεις Βραχώμαζας
8	Καταγραφή Γεωερευνητικών Εργασιών-
9	Ενημέρωση στοιχείων των Σημείων Εμφάνισης Νερού-Ανάλυση υδρογεωλογικών συνθηκών
10	Χάρτης υπεδαφικών ισουπιών
11	Βοηθητικοί * Θεματικοί χάρτες
12	Τεύχος Γεωλογικής Μελέτης

#### **B2.1.2 Αναλυτική περιγραφή ερευνητικών εργασιών και γεωλογικής μελέτης**

##### **α) Ερευνητικές εργασίες**

---

\* κατόπιν τεκμηριωμένης πρότασης του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες και εφόσον υπάρχουν στοιχεία για την περιοχή

- Γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής του τεχνικού σε κλίμακα 1:2000 ή μεγαλύτερη. Η κλίμακα χαρτογράφησης συμβαδίζει με αυτή του στατικού μελετητή.
- Το εύρος της χαρτογράφησης γενικά δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο των 200 μ εκατέρωθεν του άξονα του τεχνικού σε δυσμενείς γεωλογικά περιοχές.
- Φωτογεωλογική ερμηνεία σε κλίμακα 1:5000 ή μεγαλύτερη.
- Γεωλογική μηκοτομή στην ίδια ή μεγαλύτερη κλίμακα, χωρίς παραμόρφωση υψών .
- Εγκάρσιες γεωλογικές τομές και διατομές σε θέσεις της ζώνης θεμελίωσης με πύκνωση σε δυσμενείς θέσεις και σε επιλεγμένες θέσεις και οπωσδήποτε στις θέσεις των γεωτρήσεων. Οι διατομές στην κλίμακα των διατομών του τεχνικού.
- Απογραφή σημείων εμφάνισης νερού, μετρήσεις στάθμης και παροχών πηγών. Απογράφονται όλα τα σημεία εμφάνισης, νερού στην χαρτογραφηθείσα περιοχή με ιδιαίτερη έμφαση στις πηγές. Ανάλυση των υδρογεωλογικών συνθηκών σε σχέση με το έργο.
- Τεχνική περιγραφή ασυνεχειών και σύνταξη τεκτονικών διαγραμμάτων (δίκτυα Schmidt). Μικροτεκτονικές αναλύσεις και δυναμικές ολισθήσεις. Οι εργασίες αυτές εστιάζονται κυρίως στα προσωρινά και μόνιμα πρηνή της θεμελίωσης .
- Ταξινόμηση βραχομάζας σύμφωνα με τα διεθνώς παραδεκτά συστήματα (π.χ. RMR, GSI, Q). Εφαρμόζεται μία ή περισσότερες μέθοδοι ταξινόμησης.
- Καταγραφή, επεξεργασία και αξιολόγηση των γεωλογικών εργασιών και συνεκτίμηση των γεωτεχνικών εργασιών σε εύλογη απόσταση από το τεχνικό.
- Σύνταξη χάρτη υπεδαφικών ισουψών για όλες τις επαφές γεωλογικών σχηματισμών που επηρεάζουν την θεμελίωση του τεχνικού, εφόσον υπάρχουν τα απαιτούμενα στοιχεία των γεωερευνητικών εργασιών.
- Σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες, συντάσσονται βοηθητικοί – θεματικοί χάρτες, εφόσον υπάρχουν επαρκή στοιχεία για την περιοχή. Για την αναγκαιότητα σύνταξής τους γίνεται τεκμηριωμένη πρόταση από το μελετητή.

## β) Γεωλογική μελέτη

Η γεωλογική μελέτη σε στάδιο προμελέτης τεχνικού ενδεικτικά περιλαμβάνει:

- Γεωμορφολογικές συνθήκες στη στενή περιοχή του έργου, λαμβάνοντας υπόψη και τα στοιχεία της ευρύτερης περιοχής που εξετάσθηκαν στο προηγούμενο στάδιο.
- Γεωλογικές συνθήκες και τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά στις θέσεις θεμελίωσης των βάθρων του τεχνικού, εντοπισμός γεωλογικών ασαφειών. Δίνεται έμφαση στις λιθολογικές διαφοροποιήσεις των γεωλογικών σχηματισμών, οι οποίες παίζουν ρόλο στη θεμελίωση, στο βαθμό

αποσάθρωσης των σχηματισμών – πάχος μανδύα αποσάθρωσης, στο βαθμό καρστικοποίησης, στην τεκτονική καταπόνηση των σχηματισμών, τη θέση των τεκτονικών γραμμών, το είδος και την ενεργότητα αυτών. Στοιχεία σεισμικότητας της περιοχής.

- Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση αποτελεσμάτων γεωτεχνικής έρευνας (γεωτρήσεις, φρεάτια κ.λ.π.).
- Αποτελέσματα σύνταξης τεκτονικών διαγραμμάτων και ελέγχου δυναμικών ολισθήσεων για βραχώδεις σχηματισμούς καθώς και ταξινομήσεων βραχώμαζας. Δίδεται έμφαση στις τεχνικογεωλογικές συνθήκες ευστάθειας των σχηματισμών που θα συναντηθούν στις εκσκαφές των προσωρινών πρηνών θεμελίωσης.
- Περιγραφή υδρογεωλογικών συνθηκών και κυρίως για βάθος στάθμης και αναμενόμενη διακύμανση υδροφόρου ορίζοντα. Υδροχημεία και πιθανότητα επίδρασης στο σκυρόδεμα.
- Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δίνεται στις δυναμικές μορφές αστοχίας που αναμένονται κατά τη διαμόρφωση των μόνιμων και προσωρινών πρηνών καθώς και στους πιθανούς κινδύνους που οφείλονται σε γεωμορφολογικούς και τεκτονικούς παράγοντες.

### **B3. Στάδιο Οριστικής Μελέτης Τεχνικών (πλην σηράγγων)**

#### **B3.1 ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ**

Οι γεωλογικές έρευνες και μελέτες θα πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί πριν από την εκπόνηση του σταδίου αυτού. Εάν όμως υπάρξουν διαφοροποιήσεις μεταξύ της Προμελέτης και της Οριστικής μελέτης του Τεχνικού λόγω αλλαγής σχεδιασμού, απρόβλεπτων ή ανάγκης επίλυσης ειδικών προβλημάτων και διασαφήνισης γεωλογικών αβεβαιοτήτων ή λόγω εκτέλεσης συμπληρωματικών γεωτεχνικών ερευνών, εκτελούνται συμπληρωματικές γεωλογικές έρευνες και μελέτες, εφόσον υπάρξει τροποποίηση των γεωλογικών συνθηκών, μετά από πρόταση του γεωλόγου μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας.

Το περιεχόμενο αυτών αναφέρεται στο σύνολο ή μέρος των ερευνών του σταδίου της παρ. Β2.1 ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του έργου και την προσέγγιση πλέον που επιτρέπει η λεπτομερέστερη κλίμακα της γεωλογικής χαρτογράφησης 1:500 η μεγαλύτερη.

- B4.** Σχετικά με τις γεωλογικές έρευνες και μελέτες στα πλαίσια της μελέτης σηράγγων ισχύουν τα αναφερόμενα στην ΟΜΟΕ "τεύχος 8: Οδικές σήραγγες. Έργα Πολιτικού Μηχανικού" (αριθ. απόφασης έγκρισης ΔΜΕΟ/γ/0/285/19-2-2003 του Υφυπουργού ΠΕΧΩΔΕ)

# **Γ. ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΝΑΓΚΑΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΤΑΞΗ ΜΕΛΕΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΕΩΝ, ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΛΟΙΠΩΝ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

---

## **Γ1. ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

### **Γ1.1 Περιεχόμενα**

<b>A/A</b>	<b>Ερευνητικές εργασίες</b>
1	Γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:500 (ανάλογα με την κλίμακα μελέτης του γεωτεχνικού μελετητή)
2	Γεωλογική μηκοτομή χωρίς παραμόρφωση υψών
3	Γεωλογικές Τομές και Διατομές
4	Ανάλυση τεκτονικών στοιχείων – Ενεργά ρήγματα – Σεισμικότητα.
5	Τεκτονικά διαγράμματα – Έλεγχος Δυνητικών Ολισθήσεων
6	Ταξινομήσεις Βραχώμαζας
7	Καταγραφή σημείων Εμφάνισης Νερού. Αξιολόγηση υδρογεωλογικών συνθηκών
8	Καταγραφή Γεωερευνητικών Εργασιών.
9	Χάρτης υπεδαφικών ισοψιών
10	Βοηθητικοί * Θεματικοί χάρτες
11	Τεύχος Γεωλογικής Μελέτης

### **Γ1.2 Αναλυτική περιγραφή ερευνητικών εργασιών και γεωλογικής μελέτης**

#### **α) Ερευνητικές εργασίες**

- Γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής σε κλίμακα 1:500. Η κλίμακα χαρτογράφησης συμβαδίζει με αυτή του γεωτεχνικού μελετητή.
- Γεωλογική μηκοτομή, στην ίδια κλίμακα, χωρίς παραμόρφωση υψών.

---

\* κατόπιν τεκμηριωμένης πρότασης του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες και εφόσον υπάρχουν στοιχεία για την περιοχή

- Εγκάρσιες γεωλογικές διατομές σε όλες τις αντίστοιχες διατομές οδοποιίας και οπλωσδήποτε στις θέσεις των γεωτρήσεων. Επιπλέον συντάσσονται γεωλογικές τομές στις δυσμενέστερες θέσεις κατά τη μέγιστη κλίση του μορφολογικού αναγλύφου.
- Αποτύπωση ρηγμάτων, ταξινόμησή τους από πλευράς ενεργότητας και αξιολόγηση επιπτώσεων αυτών στα τεχνικά έργα.
- Τεχνική περιγραφή ασυνεχειών και σύνταξη τεκτονικών διαγραμμάτων (δίκτυα Schmidt), εφόσον η θεμελίωση γίνεται σε βραχώδες υπόβαθρο. Μικροτεκτονικές αναλύσεις και δυναμικές ολισθήσεις. Οι εργασίες αυτές εστιάζονται κυρίως στα προσωρινά πρηνή της ζώνης θεμελίωσης.
- Ταξινόμηση βραχομάζας σύμφωνα με τα διεθνώς παραδεκτά συστήματα (π.χ. RMR, GSI, Q). Εφαρμόζεται μία ή περισσότερες μέθοδοι ταξινόμησης.
- Καταγραφή, επεξεργασία και αξιολόγηση γεωλογικών εργασιών και συνεκτίμηση των γεωτεχνικών εργασιών.
- Καταγραφή όλων των σημείων εμφάνισης νερού στην περιοχή του έργου και μετρήσεις στάθμης ή/και παροχής. Αξιολόγηση υδρογεωλογικών συνθηκών.
- Για την έδραση του γεωτεχνικού έργου θα πρέπει να εξετάζονται ιδιαίτερα το είδος και το πάχος του εδαφικού καλύμματος ή μανδύα αποσάθρωσης καθώς και η ύπαρξη ή μη καρστικών εγκοίλων καθώς και η σύνταξη του αντίστοιχου χάρτη υπεδαφικών ισοψών.
- **β) Γεωλογική μελέτη**
- Περιλαμβάνονται τα αναφερόμενα στο κεφ. Β2.1.2β με την προσέγγιση πλέον που επιτρέπει η λεπτομερέστερη κλίμακα μελέτης καθώς και η ολοκλήρωση των γεωτεχνικών ερευνών.



## **Δ. ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ**

---

Η γεωλογική μελέτη μιας κατολισθαίνουσας περιοχής συνίσταται στη συνεκτίμηση της γεωλογικής δομής της ευρύτερης περιοχής (στρωματογραφική διάρθρωση, τεκτονική εξέλιξη, μορφολογικές συνθήκες, υδρογεωλογικό καθεστώς) και των αποτελεσμάτων των ερευνών (στο ύπαιθρο και εργαστήριο), σχετικά με την κατολισθαίνουσα μάζα. Με τις έρευνες και τις αξιολογήσεις αυτές καθορίζονται η έκταση και ο τύπος της κίνησης, τα αίτια και ο μηχανισμός αυτής, ώστε να καθίσταται δυνατή η λήψη των πιο ενδεδειγμένων μέτρων και η μελέτη προστασίας και αποκατάστασης της κατολισθαίνουσας περιοχής.

### **ΝΕΑ ΧΑΡΑΞΗ**

#### **ΣΤΑΔΙΟ ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΟΔΟΠΟΪΑΣ**

##### **Δ.1 Αναγνώριση του Προβλήματος με Βάση τη Γεωλογική Διερεύνηση της Περιοχής**

###### Δ1.1 Περιεχόμενα

A/A	Ερευνητικές εργασίες
1	Ερμηνεία αεροφωτογραφιών κλίμακας 1:15.000 ή και μικρότερης διάφορων χρονολογικά σειρών
2	Γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5000. Οριοθέτηση κατολισθαίνουσας ζώνης
3	Γεωφυσικές Διασκοπήσεις*.
4	Γεωλογικές τομές και κατά μήκος τομές στην κλίμακα της χαρτογράφησης
5	Ανάλυση τεκτονικών στοιχείων –Ενεργά ρήγματα - Σεισμικότητα
6	Καταγραφή και τεχνικογεωλογική αξιολόγηση όλων των υφιστάμενων γεωερευνητικών εργασιών
7	Ανάλυση υδρομετεωρολογικών στοιχείων. Απογραφή σημείων εμφάνισης νερού. Μετρήσεις στάθμης και παροχή πηγών. Αξιολόγηση υδρογεωλογικών δεδομένων
8	Σύνταξη χάρτη τεχνικής γεωμορφολογίας και προβληματικών περιοχών .
9	Βοηθητικοί * Θεματικοί χάρτες
10	Τεύχος Γεωλογικής Μελέτης

## Δ1.2 Αναλυτική περιγραφή των ερευνητικών εργασιών και γεωλογικής μελέτης

### α) Ερευνητικές εργασίες

- Λεπτομερής φωτογεωλογική ερμηνεία αεροφωτογραφιών της ευρύτερης περιοχής, κλίμακας 1:15000 ή και μικρότερης, παλαιότερων και πρόσφατων .Αποτύπωση παλαιών και νέων θραύσεων. Συγκριτικές παρατηρήσεις.

Η χρήση των αεροφωτογραφιών μεγάλης ή μικρής κλίμακα στο στάδιο αυτό είναι αποτελεσματική για την χαρτογράφηση, την κατάρτιση του ερευνητικού προγράμματος, την παρακολούθηση της εξέλιξης κ.λ.π.

- Γεωλογική χαρτογράφηση της περιοχής της κατολίσθησης σε κλίμακα ανάλογη με το μέγεθος της κατολισθαίνουσας περιοχής και βασικά 1:5000.
- Γεωλογικές τομές και κατά μήκος τομές στην κλίμακα της χαρτογράφησης. Τα στοιχεία των επιμέρους θεματικών βοηθητικών χαρτών θα συμπεριλαμβάνονται στις τομές αυτές. Οι γεωλογικές τομές θα πρέπει να συντάσσονται σε διάφορες θέσεις μέσα στο σώμα της κατολίσθησης τόσο κατά την εγκάρσια όσο και κατά την οριζόντια προς το σώμα της κατολίσθησης διεύθυνση.

---

\* κατόπιν τεκμηριωμένης πρότασης του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες και εφόσον υπάρχουν στοιχεία για την περιοχή

- Καταγραφή και τεχνικογεωλογική αξιολόγηση όλων των υφισταμένων γεωερευνητικών εργασιών.
- Καταγραφή όλων των σημείων εμφάνισης νερού. Μετρήσεις στάθμης και παροχών πηγών. Ανάλυση υδρομετεωρολογικών στοιχείων για την ευρύτερη περιοχή. Αξιολόγηση υδρογεωλογικών συνθηκών.
- Σύνταξη χάρτη τεκτονικών στοιχείων, εδαφικών θραύσεων και γεωμορφολογίας.
- Σύνταξη προγράμματος περαιτέρω διερεύνησης των φαινομένων.

## β) Γεωλογική μελέτη

Περιλαμβάνει ενδεικτικά τα εξής:

- Φωτογεωλογική αποτύπωση και ερμηνεία των θραύσεων παλαιών και νέων ρηγμάτων και της γενικότερης γεωμορφολογίας της κατολισθαίνουσας ζώνης και της ευρύτερης περιοχής.
- Στρωματογραφική διάρθρωση και τεκτονική των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής σε σχέση με τα φαινόμενα αστάθειας.
- Υδρομετεωρολογικά στοιχεία. Υδρογεωλογικές συνθήκες και ο ρόλος των επιφανειακών και υπόγειων νερών στα κατολισθητικά φαινόμενα.
- Κατ' αρχήν εκτίμηση με βάση την αξιολόγηση όλων των υπαρχόντων στοιχείων και τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών όσον αφορά τα τεχνικογεωλογικά αίτια, την έκταση και λοιπά γεωμετρικά χαρακτηριστικά καθώς και τις επιπτώσεις των κατολισθητικών φαινομένων.
- Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση των φαινομένων.

## ΣΤΑΔΙΟ ΠΡΟΜΕΛΕΤΗΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

### Δ2. Εξειδικευμένες Γεωλογικές Έρευνες και Μελέτες

#### Δ2.1 Περιεχόμενα

A/A	Ερευνητικές εργασίες
1	Γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1 :1000 ή μεγαλύτερη
2	Γεωφυσικές διασκοπήσεις *
3	Γεωλογικές τομές
4	Τεκτονικά Διαγράμματα – Έλεγχος δυνητικών ολισθήσεων. Ταξινομήσεις βραχώμαζας.
5	Καταγραφή Σημείων Εμφάνισης Νερού. Αξιολόγηση όλων των υδρογεωλογικών δεδομένων
6	Πρόγραμμα Γεωτεχνικών ερευνών από κοινού με τους λοιπούς μελετητές.
7	Καταγραφή Γεωερευνητικών Εργασιών
8	Χάρτης τεχνικής γεωμορφολογίας και προβληματικών περιοχών
9	Βοηθητικοί * Θεματικοί χάρτες
10	Τεύχος Γεωλογικής Μελέτης

#### Δ.2.2 Αναλυτική περιγραφή των ερευνητικών εργασιών και γεωλογικής μελέτης

##### α) Ερευνητικές εργασίες

- Σύνταξη γεωλογικού χάρτη της περιοχής της κατολίσθησης σε κλίμακα 1:1000 ή και μεγαλύτερη ανάλογα και με το μέγεθος της κατολισθαίνουσας μάζας. Στο χάρτη αυτό θα απεικονίζονται τα όρια των σχηματισμών, τα τεκτονικά στοιχεία, το σχήμα της επιφάνειας θραύσης και της περιοχής συσσώρευσης των υλικών, τα σημεία εμφάνισης νερού καθώς και άλλα υδρογεωλογικά στοιχεία με βάση τα επιφανειακά δεδομένα και την ερμηνεία αεροφωτογραφιών ,η κατάσταση βλάστησης, οι θέσεις των ερευνητικών έργων. Μετά από αιτιολογημένη πρόταση του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας, μπορεί να προηγηθεί γεωλογική χαρτογράφηση της ευρύτερης περιοχής σε κλίμακα 1:2000

---

\* κατόπιν τεκμηριωμένης πρότασης του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες και εφόσον υπάρχουν στοιχεία για την περιοχή

ή μικρότερη καθώς και ερμηνεία πρόσφατων αεροφωτογραφιών της μεγαλύτερης δυνατής κλίμακας.

- Γεωφυσικές διασκοπήσεις.
- Γεωλογικές τομές και κατά μήκος τομές σε κλίμακα αντίστοιχη της γεωλογικής χαρτογράφησης. Τα στοιχεία των επιμέρους βοηθητικών – θεματικών χαρτών θα συμπεριλαμβάνονται στις τομές αυτές. Οι γεωλογικές τομές θα πρέπει να συντάσσονται σε διάφορες θέσεις μέσα στο σώμα της κατολίσθησης τόσο κατά την εγκάρσια όσο και κατά την οριζόντια προς το σώμα της κατολίσθησης διεύθυνση.
- Μικροτεκτονικές αναλύσεις και ταξινομήσεις βραχομάζας στους βραχώδεις σχηματισμούς.
- Καταγραφή σημείων εμφάνισης νερού. Αξιολόγηση όλων των υδρογεωλογικών δεδομένων.
- Μετά την ολοκλήρωση της γεωλογικής χαρτογράφησης συντάσσεται σε συνεργασία με τον γεωτεχνικό μελετητή πρόγραμμα γεωτεχνικών ερευνών και τοποθέτησης οργάνων παρακολούθησης (αποκλισιόμετρα, πιεζόμετρα κλπ).
- Καταγραφή και επεξεργασία στοιχείων γεωερευνητικών εργασιών
- Σύνταξη χάρτη κλίσεων αναγλύφου και αστάθειας.

## **β) Γεωλογική μελέτη**

Η Γεωλογική μελέτη της κατολίσθησης ενδεικτικά περιλαμβάνει:

- Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά κατολισθαίνουσας μάζας και ευρύτερης περιοχής. Ανάλυση υδρογραφικού δικτύου. Αναλυτική περιγραφή της/των επιφάνειας/ων θραύσης, εδαφικών ρηγμάτων, χασμάτων, περιοχές συσσώρευσης υλικών κλπ. Σχολιασμοί της δυναμικής αστάθειας φυσικού ανάγλυφου.
- Γεωλογικές συνθήκες ευρύτερης περιοχής, στρωματογραφία, δομή, σχολιασμός τεκτονικών συνθηκών και πιθανή υποβοήθησή τους στην εκδήλωση του φαινομένου κλπ.
- Υδρογεωλογικές συνθήκες. Αξιολόγηση των εγκατεστημένων πιεζόμετρων. Στάθμη και διακύμανσή της. Είδος υδροφόρου ορίζοντα (ελεύθερος, υπό πίεση, επικρεμάμενος) και συνθήκες λειτουργίας του (μόνιμος, εποχιακός). Ρόλος του υπόγειου νερού στην εκδήλωση των φαινομένων αστάθειας.
- Τεχνικογεωλογική αξιολόγηση αποτελεσμάτων γεωερευνητικών εργασιών.
- Περιγραφή των τεχνικογεωλογικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών.

- Προσδιορισμός της έκτασης του φαινόμενου, τα τεχνικογεωλογικά αίτια, και ο τύπος της κατολίσθησης και ο προσδιορισμός του βάθους της/των επιφάνειας/ων ολίσθησης.

Προτάσεις για περαιτέρω πρόγραμμα γεωερευνητικών εργασιών, εάν απαιτείται (συμπληρωματικές ερευνητικές γεωτρήσεις, τοποθέτηση οργάνων, γεωφυσικές διασκοπήσεις κλπ). Κατ' αρχήν προτάσεις για λήψη μέτρων προστασίας και αποκατάστασης κατολισθημένης περιοχής.

## **ΣΤΑΔΙΟ ΟΡΙΣΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ**

### **Δ3. Συμπληρωματικές Γεωλογικές Έρευνες και Μελέτες**

Στο στάδιο αυτό εκτελούνται συμπληρωματικές γεωλογικές έρευνες και μελέτες αν υπάρξει απρόβλεπτο όπως π.χ. σημαντικές διαφοροποιήσεις στα έργα σταθεροποίησης ή ανάγκη επίλυσης ειδικών προβλημάτων και διασαφήνισης γεωλογικών αβεβαιοτήτων ή εφόσον απαιτηθούν συμπληρωματικές γεωτεχνικές έρευνες.

Το περιεχόμενο αυτών αναφέρεται στο σύνολο ή μέρος των ερευνών του σταδίου της παρ. Δ2.1 ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου και την προσέγγιση πλέον που επιτρέπει η λεπτομερέστερη κλίμακα της γεωλογικής χαρτογράφησης ήτοι μεγαλύτερη από 1:1000

## **ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΟΔΟ**

**Δ1** Αναγνώριση του προβλήματος με βάση τη γεωλογική διερεύνηση της περιοχής. Σχετικά ισχύουν τα αναφερόμενα στην ανωτέρω παράγραφο Δ1.

**Δ2** Εξειδικευμένες Γεωλογικές Έρευνες και Μελέτες. Σχετικά ισχύουν τα αναφερόμενα στην ανωτέρω παράγραφο Δ2.

▪

## **Ε. ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ**

Ισχύουν τα αναφερόμενα στον πίνακα Ε του κεφαλαίου 1

## II. ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

### 1 Γενικά - Σκοπός των ερευνών

Σκοπός των ερευνών είναι η αποσαφήνιση-διερεύνηση των εδαφικών συνθηκών της υπο-μελέτη περιοχής και ειδικότερα ο προσδιορισμός των γεωτεχνικών συνθηκών που επικρατούν στα επιμέρους προβλεπόμενα έργα.

Οι γεωτεχνικές έρευνες αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της μελετητικής διαδικασίας.

Οι έρευνες που θα γίνουν θα παρέχουν όλα τα στοιχεία του εδάφους που είναι απαραίτητα για τη σύνταξη των γεωτεχνικών μελετών που αναφέρονται σε:

- α. Θεμελιώσεις τεχνικών έργων.
- β. Έδραση επιχωμάτων.
- γ. Ευστάθεια πρανών ορυγμάτων και επιχωμάτων (κλίσεις πρανών, τυχόν αναγκαίες αντιστηρίξεις, αναβαθμοί κλπ.)
- δ. Βελτίωση εδάφους.
- ε. Ανάλυση κινδύνου ρευστοποίησης
- ε. Καταλληλότητα προϊόντων εκσκαφής για την κατασκευή επιχωμάτων.
- στ. Χαρακτηρισμός και κατάταξη εδαφικών στρώσεων που επηρεάζουν τη διαστασιολόγηση του οδοστρώματος.
- ζ. Καταλληλότητα υλικών λατομείων προς εξεύρεση αδρανών για εργασίες σκυροδεμάτων, οδοστρωσίας και σκληρών αδρανών για τη χρήση τους στην αντιολισθηρή ασφαλική στρώση κυκλοφορίας.
- η. Καταλληλότητα υλικών δανειοθαλάμων για επιχώματα, στρώσεις έδρασης οδοστρωμάτων, στρώσεις εξυγίανσης και θεμελίωσης έργων, στραγγιστικές στρώσεις κλπ.
- θ. Υπόγεια Τεχνικά Έργα.

Οι ποσότητες και το είδος των ερευνών εξαρτώνται από την ποιότητα και το είδος του εδάφους, από την έκταση των χωματουργικών εργασιών, από το μέγεθος και τη σπουδαιότητα των έργων, πρέπει να είναι επαρκείς ώστε να τεκμηριώνεται η ορθότητα της προτεινόμενης λύσης και θα επιλέγονται σύμφωνα με τα προτεινόμενα στοιχεία της παρ. 4.2.

Τα αποτελέσματα των ερευνών θα παρουσιάζονται σε ειδικό τεύχος (Έκθεση Αποτελεσμάτων) σε πλήρη και αναλυτική μορφή, που θα επιτρέπει την αξιολόγησή τους και θα παρέχει όλες τις παραμέτρους που είναι απαραίτητες για τους

γεωτεχνικούς υπολογισμούς, ανάλογα με το είδος του εδάφους και τον χαρακτήρα του έργου.

## **2 Σχεδιασμός - Πρόγραμμα Γεωτεχνικών ερευνών**

### **2.1 Γενικά**

- Το πρόγραμμα γεωτεχνικών ερευνών συντάσσεται με σκοπό αφενός την προσέγγιση του γεωτεχνικού μοντέλου της περιοχής, που περιλαμβάνει και τις μηχανικές ιδιότητες των σχηματισμών. Τα στοιχεία αυτά είναι θεμελιώδη για τον γεωτεχνικό σχεδιασμό των έργων Οδοποιίας.
- Σχετικά ισχύουν και τα αναφερόμενα στην παράγραφο 1.2.4. του κεφαλαίου 1.

### **2.2 Έκθεση προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών**

Η Έκθεση του Προγράμματος των γεωτεχνικών ερευνών θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Περιγραφή των διαθέσιμων αποτελεσμάτων ερευνών στην εξεταζόμενη περιοχή
- Λεπτομερή περιγραφή και αιτιολόγηση των προτεινόμενων ερευνών ανά είδος έργου. Αναλυτικότερα θα καλύπτει τα ακόλουθα:
  - αναγκαιότητα διάνοιξης οδών προσπέλασης
  - θέσεις, είδος, διάμετρος και βάθη ερευνητικών διανοίξεων
  - απαιτήσεις δειγματοληψίας
  - απαιτήσεις εγκατάστασης οργάνων και πρόγραμμα παρακολούθησης αυτών
  - επί τόπου δοκιμές (θέσεις, είδος, πυκνότητα εκτέλεσης δοκιμών κτλ.)
  - ενδεικτικό πρόγραμμα εργαστηριακών δοκιμών
  - προδιαγραφές εκτέλεσης των προτεινόμενων ερευνών
- Οριζοντιογραφία με τις θέσεις όλων των υφισταμένων και προτεινόμενων σημείων έρευνας καθώς και το είδος αυτών
- Προμέτρηση, Προϋπολογισμό και Χρονοδιάγραμμα των ερευνών.

### **2.3 Αρχές προγραμματισμού ερευνών ανά είδος έργου**

Το παρόν κεφάλαιο περιλαμβάνει τον ελάχιστο αριθμό και το είδος των ερευνών που θα εκτελούνται ανά είδος έργου. Επισημαίνεται ότι τα στοιχεία αυτά μπορούν να τροποποιηθούν κατά την κρίση του Μελετητή ανάλογα με την ομοιογένεια ή την μεταβλητότητα των γεωλογικών-γεωτεχνικών συνθηκών τόσο κατά το στάδιο του



προγραμματισμού όσο και κατά τη διάρκεια της εκτελούμενης έρευνας κατόπιν εγκρίσεως του Κύριου του Έργου.

### **2.3.1 Γεωτεχνικές έρευνες σε θέσεις ορυγμάτων και κατολισθήσεων**

Οι έρευνες στις θέσεις ορυγμάτων θα γίνουν με εκτέλεση ερευνητικών γεωτρήσεων ή φρεάτων με σκοπό τον καθορισμό της κλίσης των πρηνών, της εκσκαψιμότητας των πετρωμάτων, της καταλληλότητας των προϊόντων εκσκαφής για την κατασκευή επιχωμάτων, της τυχόν διογκωσιμότητας των συναντωμένων εδαφών και της διαστασιολόγησης του οδοστρώματος ύστερα από κατάταξη (στις κατηγορίες καταλληλότητας Y1 έως Y4 του Πίνακα 4.5) των συναντωμένων εδαφών της «υποκείμενης στρώσης» κάτω από το οδόστρωμα για οδικά έργα.

Ως ελάχιστες θέσεις ερευνών θεωρούνται οι ακόλουθες οι οποίες είναι δυνατόν να τροποποιηθούν ανάλογα με τις γεωλογικές-γεωτεχνικές συνθήκες:

- Υψηλά Βραχώδη ή Γαιώδη ορύγματα (ύψους πρηνούς  $h \geq 10,0$  m): μία θέση έρευνας ανά 500 m σε επιλεγμένη διατομή. Ανά θέση έρευνας εκτελούνται δύο δειγματοληπτικές γεωτρήσεις εκ των οποίων η μία σε θέση που θα είναι κοντά στο μεγαλύτερο ύψος του ορύγματος (φρύδι) και η άλλη στην κρισιμότερη θέση από την πλευρά είτε της γεωμετρίας είτε της γεωλογίας, εκτός εάν τα στοιχεία που αναμένονται να ληφθούν από προϋπάρχουσες έρευνες ή εμφανίσεις ή υφιστάμενες τομές καλύπτουν την έρευνα στη θέση αυτής της γεώτρησης.

Ως ύψος πρηνούς (h) ορίζεται η υψομετρική διαφορά του πόδα του από τη στέψη του (φρύδι).

Το ελάχιστο βάθος γεώτρησης (L) θα είναι ίσο με το ύψος (h) της κατακόρυφης απόστασης της κεφαλής της από τον πυθμένα της εκσκαφής αυξημένο κατά 3.0 m ( $L \geq h+3.00$ m) για τα βραχώδη ορύγματα και αυξημένο κατά το 1/3 του h για γαιώδη πρηνή ( $L \cong h+h/3$ ).

Το είδος και η έκταση των επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών θα εξαρτηθούν από τη φύση των εδαφών και το είδος των δειγμάτων.

(i) Για τους γαιώδεις σχηματισμούς γενικά θα γίνονται εργαστηριακές δοκιμές :

α. Κατάταξης

- Κοκκομετρήσεις με κόσκινα και αραιόμετρο (Για αμμώδεις εδαφικό υλικό θα γίνεται υπολογισμός και του συντελεστή ομοιομορφίας διαβάθμισης  $C_u = d_{60}/d_{10}$ ).

- Ορια Atterberg

β. Προσδιορισμού φυσικών χαρακτηριστικών

- Φυσική υγρασία

- Φαινόμενο βάρος

- Ειδικό βάρος

γ. Προσδιορισμού παραμέτρων αντοχής

- Ανεμπόδιστη θλίψη
- Τριαξονική θλίψη με παράλληλη μέτρηση της πίεσης των πόρων (CUPP) για την εκτίμηση των παραμέτρων ενεργών τάσεων ή αντίστοιχη βραδεία (CD)
- Αμεση διάτμηση (CD)

Εφιστάται η προσοχή στην απαίτηση εφαρμογής της αρχής των ενεργών τάσεων. Θα πρέπει να ληφθεί επαρκής αριθμός δοκιμών για την αξιολόγηση των παραμέτρων των ενεργών τάσεων κάθε εδαφικού σχηματισμού.

(ii) Για τους γαιώδεις σχηματισμούς επί των οποίων πρόκειται να εδραστεί το οδόστρωμα ή/ και που προβλέπεται να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή επιχωμάτων οδικών έργων, θα γίνονται, σε κάθε διακεκριμένη στρώση σημαντικού πάχους που μπορεί να επηρεάσει την κατασκευή των χωματουργικών εργασιών (π.χ. για στρώσεις πάχους μεγαλύτερου από 0,50m) οι παρακάτω συμπληρωματικές δοκιμές :

- α. Τροποποιημένη δοκιμή Proctor (βέλτιστη υγρασία και μέγιστη ξηρή πυκνότητα).
- β. Περιεκτικότητα σε οργανικά (θα γίνεται με τη μέθοδο της υγρής οξειδωσης – Μέθοδος AASHTO T194).
- γ. Προσδιορισμός του CBR που αντιστοιχεί στο 90% και στο 95% της μέγιστης ξηρή φαινόμενης πυκνότητας κατά την τροποποιημένη δοκιμή Proctor, μετά από υδρεμποτισμό 4 ημερών.

Για εδάφη αποδεδειγμένως «σιμεντωμένα» (στα οποία ως γνωστόν η «σιμέντωση» καταστρέφεται κατά τη συμπύκνωση στο εργαστήριο) και στην περίπτωση, που τα υλικά αυτά θα αποτελέσουν την «υποκείμενη στρώση» κάτω από τη Στρώση Έδρασης Οδοστρώματος οδού σε όρυγμα ο δείκτης CBR μπορεί να υπολογίζεται με «επί τόπου» δοκιμή επί του αδιαταράκτου εδάφους, ώστε να αποφευχθεί η καταστροφή των δεσμών σιμέντωσης και η ως εκ τούτου πλασματική μείωση του CBR. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να προδιαγραφούν τρόποι κατασκευής και λήψης μέτρων κατά την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών ώστε να εξασφαλισθεί η αποφυγή της καταστροφής των δεσμών σιμέντωσης.

Στην περίπτωση που ο χαρακτηρισμός του εδάφους στις κατηγορίες Y1 έως Y4 του Πίνακα 4.5, βασισθεί στα αποτελέσματα της «επί τόπου» δοκιμής CBR, ο χαρακτηρισμός αυτός δεν μπορεί να διαφέρει από τον αντίστοιχο με βάση την «εργαστηριακή» δοκιμή CBR, περισσότερο από μία κατηγορία.

- δ. Μέτρηση της διόγκωσης κατά την παραπάνω δοκιμή CBR.

Με τις παραπάνω «συμπληρωματικές δοκιμές καταλληλότητας υλικών» θα είναι δυνατόν να καταταχθούν τα υλικά του ορύγματος στις κατηγορίες Y1 έως Y4 του πίνακα 4.5.

(iii) Για τους γαιώδεις σχηματισμούς που ευρίσκονται πάνω από την κατώτατη στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και εφόσον τα αποτελέσματα των δοκιμών ορίων του Atterberg υποδείξουν υψηλές πλαστικότητες αργίλων για τις οποίες υπάρχουν πιθανότητες

διόγκωσης (π.χ. για δείκτη πλαστικότητας  $P.I. > 20$ ), τότε για να διερευνηθεί ο κίνδυνος διόγκωσης του εδάφους θα γίνονται δοκιμές ελέγχου διογκωτικού δυναμικού του εδάφους :

- Δοκιμές διόγκωσης στο συμπιεσόμετρο υπό σταθερό φορτίο (ίσο προς το φορτίο που αντιστοιχεί στο δείγμα μετά την κατασκευή των έργων).
- Δοκιμές μέτρησης πίεσης διόγκωσης (για πλήρη περιορισμό της διόγκωσης).

(iv) Για τους βραχώδεις σχηματισμούς θα γίνονται δοκιμές :

- α. Δοκιμές Προσδιορισμού του πορώδους και της πυκνότητας (ή φαινόμενου βάρους) του πετρώματος.
- β. Δοκιμή σφύρας Schmidt (επί τόπου ή στο εργαστήριο)
- γ. Ανεμπόδιστη θλίψη για τον προσδιορισμό της μέγιστης τάσης θραύσης  $\sigma$  (MPa) με τη χρήση ηλεκτρομηκυνσιομέτρων ή άλλων ευαίσθητων ηλεκτρονικών οργάνων (με STRAIN GAUGES), από τις οποίες θα προκύπτουν το μέτρο ελαστικότητας και ο δείκτης του Poisson.
- δ. Σημειακής φόρτισης σε δοκίμια ακανονίστου σχήματος για τον προσδιορισμό του δείκτη σημειακής φόρτισης IS50 (MPa) κάθετα και παράλληλα προς τις στρώσεις του πετρώματος καθώς και του δείκτη ανισοτροπίας.
- ε. Άμεσης διάτμησης στις κρίσιμες οικογένειες διακλάσεων κατά μήκος δεδομένης ασυνέχειας για τον προσδιορισμό της φαινόμενης συνοχής  $C$  (MPa) και της γωνίας εσωτερικής τριβής  $\varphi^\circ$  με παράλληλη αναφορά στο βαθμό επιπεδότητας (τραχύτητας) των επιφανειών της ασυνέχειας.

### **2.3.2 Γεωτεχνικές Έρευνες σε θέσεις επιχωμάτων**

Οι έρευνες στις θέσεις επιχωμάτων θα γίνονται γενικά σε περιπτώσεις επιχωμάτων οδών που εδράζονται σε γαιώδες έδαφος για όλες τις θέσεις με ύψος επιχώματος  $H \geq 10,0$  m. Ειδικότερα για επισφαλές έδαφος θεμελίωσης («μαλακά εδάφη») θα προβλέπονται έρευνες και σε επιχώματα μικρού ή μέσου ύψους ( $H \leq 10,0$ m) σύμφωνα με πρόγραμμα που θα συντάξει ο Μελετητής. Αυτές θα πραγματοποιούνται γενικώς με την εκτέλεση ερευνητικών γεωτρήσεων, επί τόπου δοκιμών και ερευνητικών φρεάτων με σκοπό τον καθορισμό της κλίσης των πρανών, των συνθηκών θεμελίωσης του επιχώματος και την εκτίμηση των αναμενομένων υποχωρήσεων (άμεσων και από στερεοποίηση).

Σε περιπτώσεις έδρασης επιχωμάτων σε επικλινή εδάφη που καλύπτονται από μανδύες αποσάθρωσης οι έρευνες θα πρέπει να δίνουν επαρκή στοιχεία για την εκτίμηση της καταλληλότητας του επιφανειακού εδάφους για έδραση των επιχωμάτων, για την πιθανή ύπαρξη παλαιών επιφανειών ολίσθησης στη βάση του μανδύα, για το πάχος της τυχόν απαιτούμενης αφαίρεσης – αντικατάστασης με κοκκώδες υλικό και τυχόν απαιτούμενα μέτρα στράγγισης για υποβιβασμό των πιέσεων πόρων στο μανδύα, στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η καθ'ολοκληρίαν αφαίρεσή του.

Ως ελάχιστες θέσεις ερευνών θεωρούνται οι ακόλουθες οι οποίες είναι δυνατόν να τροποποιηθούν ανάλογα με τις γεωλογικές –γεωτεχνικές συνθήκες:

α. Υψηλά επιχώματα (ύψους μεγαλύτερο από 10.0m) που εδράζονται σε γαιώδη εδάφη: μία θέση έρευνας ανά 250 m σε επιλεγμένες διατομές.

β. Σε περιοχές επισφαλών γαιωδών εδαφών («μαλακά εδάφη» ή εδάφη ασταθή) θα πρέπει να γίνονται έρευνες και σε επιχώματα ύψους μικρότερου από 10.0 m, καθ' υπόδειξη του γεωτεχνικού μελετητή του έργου και έγκριση του Κυρίου του Έργου.

Για την περίπτωση όπου προβλέπεται η εκτέλεση γεώτρησης για την έρευνα θεμελίωσης τεχνικού έργου, είναι δυνατόν αυτή να συνυπολογισθεί στις έρευνες θέσεων επιχωμάτων, εφόσον στις δειγματοληψίες και δοκιμές γίνει συνδυασμός των δύο απαιτήσεων, ώστε να μπορούν να προσδιορισθούν τα επιχώματα παράλληλα με τον προσδιορισμό των αναγκαίων γεωτεχνικών χαρακτηριστικών για την θεμελίωση του τεχνικού έργου.

Ανά θέση έρευνας πραγματοποιείται μια γεώτρηση ή μια στατική πενετρομέτρηση (CPT) -σε μαλακά/χαλαρά εδάφη.

Το ελάχιστο βάθος των ερευνών θα είναι ίσο με 2.0 φορές το ύψος του επιχώματος. Το βάθος αυτό στην περίπτωση υψηλής συμπίεστικότητας αργιλικών εδαφών θα είναι ίσο με 1.5 φορά το πλάτος του επιχώματος, θεωρώντας το επίχωμα ως «ισοδύναμη» ορθογωνική διατομή. Εάν το βάθος της έρευνας που προκύπτει με την παραπάνω σχέση είναι μεγαλύτερο των 30m είναι δυνατόν να περιορισθεί σε 30m. Σε περίπτωση που συναντηθεί το βραχώδες υποβάθρο ή πρακτικώς ασυμπίεστη στρώση θα είναι δυνατόν να διακοπεί η γεώτρηση, εφόσον γίνει διάτρηση στη στρώση αυτή τουλάχιστον κατά 3.0m.

Στις γεωτρήσεις που θα διανοιχτούν θα εκτελούνται δοκιμές Πρότυπης Διείσδυσης ανά διαστήματα που δεν θα υπερβαίνουν τα 1,5 m για τα πρώτα 6 m κάτω από τη στάθμη του εδάφους. Κάτω από το βάθος των 6m οι δοκιμές αυτές θα εκτελούνται ανά 3m μέχρι το πέρας της γεώτρησης.

Σε περίπτωση θεμελίωσης επιχωμάτων σε χαλαρά κορεσμένα κοκκώδη εδάφη, ενδεχομένως ρευστοποιήσιμα, θα παραγματοποιούνται δοκιμές στατικής πενετρομέτρησης οι οποίες θα συνοδεύονται με γεωτρήσεις (και δοκιμές Πρότυπης Διείσδυσης κάθε 1.5m) έτσι ώστε να λαμβάνονται δείγματα για δοκιμές κατάταξης.

- i. Για τους γαιώδεις σχηματισμούς θα γίνονται οι εργαστηριακές δοκιμές που αναφέρθηκαν στην παραπάνω παράγραφο 3.2.3.1. (i). Επί πλέον θα γίνονται δοκιμές συμπίεστικότητας και ταχείας τριαξονικής θλίψης (UU) για τον έλεγχο των συνθηκών κατά τη φάση κατασκευής.
- ii. Για τους βραχώδεις σχηματισμούς θα γίνονται οι εργαστηριακές δοκιμές που αναφέρθηκαν στην παραπάνω παράγραφο 3.2.3.1 (iv).

### 2.3.3 Γεωτεχνικές έρευνες θεμελίωσης τεχνικών και γεωτεχνικών έργων

Οι έρευνες θεμελίωσης τεχνικών έργων θα προβλέπονται σε γέφυρες, σε ορισμένους οχετούς και σε τοίχους αντιστήριξης.

Οι έρευνες αυτές θα περιλαμβάνουν την εκτέλεση ερευνητικών γεωτρήσεων, επί τόπου δοκιμών (π.χ. στατικές πενετρομετρήσεις, πρεσσιομετρήσεις, ντιλατομετρήσεις) καθώς και διασκοπήσεων με διατρητικό φορείο (διατρήσεις με Wagon Drill).

Η πυκνότητα των επί τόπου και εργαστηριακών δοκιμών στις παραπάνω γεωτρήσεις θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να αποδίδεται με στατιστική αξιοπιστία η εικόνα της εδαφικής τομής με τα γεωτεχνικά της χαρακτηριστικά σε συσχέτισμό και με το στατικό μοντέλο του εξεταζόμενου τεχνικού έργου αλλά συγχρόνως να παρέχεται η δυνατότητα εξέτασης του παρακείμενου οδικού έργου (επιχώματος ή ορύγματος).

Στις γεωτρήσεις που θα διανοιχτούν θα εκτελούνται δοκιμές Πρότυπης Διείσδυσης ανά διαστήματα που δεν θα υπερβαίνουν τα 1,5 m για τα πρώτα 6 m κάτω από τη στάθμη του εδάφους, είτε του φυσικού είτε του διαμορφωμένου στα ορύγματα. Κάτω από το βάθος των 6m οι δοκιμές αυτές θα εκτελούνται ανά 3m μέχρι το πέρας της γεώτρησης.

Σε περίπτωση θεμελίωσης τεχνικού σε χαλαρά κορεσμένα κοκκώδη εδάφη, ενδεχομένως ρευστοποιήσιμα, θα παραγματοποιούνται δοκιμές στατικής πενετρομέτρησης οι οποίες θα συνοδεύονται με γεωτρήσεις (και δοκιμές Πρότυπης Διείσδυσης κάθε 1.5m) έτσι ώστε να λαμβάνονται δείγματα για δοκιμές κατάταξης. Γεωφυσικές έρευνες είναι πιθανόν να απαιτηθούν για τον υπολογισμό της ταχύτητας διάδοσης των διατμητικών κυμάτων, ανάλογα με τη σπουδαιότητα του έργου.

Σε θέσεις βάθρων γεφυρών που κατασκευάζονται σε ασβεστολιθικά πετρώματα ή σε άλλες θέσεις για τις οποίες υπάρχουν υπόνοιες ότι μπορεί να παρουσιάζονται έγκοιλα θα γίνονται, επιπροσθέτως των γεωτρήσεων, και διατρήσεις με WAGON DRILL. Οι γεωτρήσεις και διατρήσεις θα διατάσσονται με τρόπο ώστε να γίνεται μεγαλύτερη συλλογή στοιχείων.

Το είδος και η έκταση των εργαστηριακών δοκιμών θα εξαρτηθούν από τη φύση των εδαφών και το είδος των δειγμάτων.

1) Για τους γαιώδεις σχηματισμούς θα γίνονται οι εργαστηριακές δοκιμές των παραπάνω παραγράφων 3.2.3.1 (i).

2) Για τους βραχώδεις σχηματισμούς θα γίνονται οι εργαστηριακές δοκιμές που αναφέρθηκαν στην παραπάνω παράγραφο 3.3.2.1 (iv).

Επιπρόσθετα, θα γίνονται δοκιμές χημικών αναλύσεων υδάτων για να εκτιμηθεί ο βαθμός προσβολής στα στοιχεία της θεμελίωσης του τεχνικού.

#### 2.3.3.1 Γέφυρες

Ως ελάχιστες θέσεις ερευνών θεωρούνται οι ακόλουθες οι οποίες είναι δυνατόν να τροποποιηθούν ανάλογα με τις γεωλογικές-γεωτεχνικές συνθήκες:

Για γέφυρες με άνοιγμα  $6.0m \leq S \leq 8.0m$  θα προβλέπεται μια θέση έρευνας Για γέφυρες με άνοιγμα  $S > 8.0m$  θα προβλέπεται μια θέση έρευνας ανά βάθρο γέφυρας.

Ως ελάχιστο βάθος έρευνας θεωρείται:

(α) Επιφανειακή θεμελίωση: κάτω από τη στάθμη έδρασης επιφανειακής θεμελίωσης το βάθος της έρευνας θα είναι ίσο με 15m (και τουλάχιστον 2B όπου B το πλάτος του θεμελίου) για γαιώδεις σχηματισμούς ή 5.0m για βραχώδεις σχηματισμούς. Για την περίπτωση βραχωδών σχηματισμών με επικάλυψη αποσαθρωμένου μανδύα, το παραπάνω ελάχιστο βάθος έρευνας από τη στάθμη έδρασης επιφανειακής θεμελίωσης θα είναι ίσο προς το πάχος του αποσαθρωμένου μανδύα και επί πλέον 5.0m διάτρησης βραχώδους υποβάθρου.

(β) Θεμελίωση με πασσάλους: κάτω από την κατώτερη πιθανή στάθμη έδρασης των πασσάλων (βαθείας θεμελίωσης) το βάθος έρευνας θα είναι ίσο με 5m για γαιώδεις σχηματισμούς ή το πάχος της εδαφικής στρώσης και επί πλέον 5.0m διάτρησης του βραχώδους υποβάθρου.

Ως απολύτως ελάχιστο βάθος έρευνας ορίζεται 10.0m από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους στη θέση του χαμηλότερου σημείου του τοπογραφικού αναγλύφου στην περιοχή του αντίστοιχου βάθρου.

Για την περίπτωση κάτω διαβάσεων υπό επίχωση ισχύουν και οι απαιτήσεις (στην δυσμενέστερη περίπτωση) από την επόμενη παράγραφο περί οχετών.

### **2.3.3.2 Οχετοί**

Ως ενδεικτικές θέσεις ερευνών θεωρούνται οι ακόλουθες οι οποίες είναι δυνατόν να τροποποιηθούν ανάλογα με τις γεωλογικές-γεωτεχνικές συνθήκες:

Για οχετούς με άνοιγμα μεγαλύτερο ή ίσο προς 3.0 m θα προβλέπεται μία θέση έρευνας στο τμήμα με το μεγαλύτερο ύψος επίχωσης.

Ως ελάχιστο βάθος έρευνας για γαιώδεις σχηματισμούς τίθεται 1.5 φορά το μέγιστο ύψος επίχωσης μεταξύ της στάθμης της ερυθράς και του φυσικού εδάφους (κοίτης) και σε κάθε περίπτωση τουλάχιστον 10.0m. Σε περίπτωση συνάντησης βραχώδους σχηματισμού, το ελάχιστο βάθος γεώτρησης μπορεί να περιορισθεί στην διάτρηση του μανδύα με ελάχιστη διείσδυση στο βραχώδες υπόβαθρο ίση προς 5.0m.

### **2.3.3.3 Τοίχοι**

Ως ελάχιστες θέσεις ερευνών θεωρούνται οι ακόλουθες οι οποίες είναι δυνατόν να τροποποιηθούν ανάλογα με τις γεωλογικές-γεωτεχνικές συνθήκες:

Για τοίχους με ολικό ύψος (ανωδομή και επιφανειακή θεμελίωση) μεγαλύτερο από 6.0m θα προβλέπεται μια θέση έρευνας ανά 100m μήκους τοίχου.

Ως ελάχιστο βάθος έρευνας για γαιώδεις σχηματισμούς τίθεται ίσο με 1.5 φορά το ολικό ύψος του τοίχου κάτω από την στάθμη θεμελίωσης και σε κάθε περίπτωση τουλάχιστον 10.0m. Σε περίπτωση συνάντησης βραχώδους σχηματισμού, το ελάχιστο βάθος γεώτρησης μπορεί να περιορισθεί στην διάτρηση του μανδύα με ελάχιστη διείσδυση στο βραχώδες υπόβαθρο ίση προς 5.0m.

### **2.3.3.4 Πασσαλότοιχοι -Διαφράγματα**

Ως ελάχιστες θέσεις ερευνών θεωρούνται οι ακόλουθες οι οποίες είναι δυνατόν να τροποποιηθούν ανάλογα με τις γεωλογικές-γεωτεχνικές συνθήκες και το στάδιο μελέτης:

Για τοίχους από πασσάλους ή θεμελιωμένους σε πασσάλους ή για διαφράγματα, ανεξάρτητα από το ύψος τους, θα προβλέπεται μία θέση έρευνας ανά 75m μήκους τοίχου (ή διαφράγματος) και κατ' ελάχιστο δύο γεωτρήσεις ανά τοίχο.

Ως ελάχιστο βάθος έρευνας θεωρείται:

- (α) Γαιώδεις σχηματισμοί: κάτω από το ελεύθερο ύψος, το βάθος της έρευνας θα είναι ίσο με 2 φορές το ελεύθερο ύψος και τουλάχιστον 10 m. Σε περίπτωση συνάντησης βραχώδους σχηματισμού, το ελάχιστο βάθος γεώτρησης μπορεί να περιορισθεί με ελάχιστη διείσδυση στο βραχώδες υπόβαθρο ίση προς 5.0m.
- (β) Βραχώδεις σχηματισμοί: κάτω από το ελεύθερο ύψος, το βάθος της έρευνας θα είναι ίσο με 1.5 φορές το ελεύθερο ύψος και τουλάχιστον 5.0m.

## **2.3.4 Γεωτεχνικές έρευνες υπογείων τεχνικών έργων**

### **2.3.4.1 Σήραγγες με διάτρηση**

Σκοπός των γεωτεχνικών ερευνών είναι ο καθορισμός των γεωλογικών συνθηκών καθώς και των γεωτεχνικών παραμέτρων μηχανικής συμπεριφοράς των σχηματισμών της περιοχής της σήραγγας.

Οι γεωτεχνικές έρευνες πραγματοποιούνται με τη βοήθεια γεωτρήσεων και όταν απαιτείται εκτελούνται συμπληρωματικά ερευνητικά φρέατα και στοές. Μέσω των ερευνητικών εργασιών, θα εκτελούνται επί τόπου δοκιμές και θα λαμβάνονται τα αναγκαία δείγματα, επί των οποίων θα εκτελούνται οι δοκιμές για τον προσδιορισμό των γεωτεχνικών παραμέτρων που είναι αναγκαίες για τη διαστασιολόγηση και εκτέλεση των έργων.

#### **A. Γεωτεχνικές Έρευνες**

Οι γεωτεχνικές έρευνες αποσκοπούν τόσο στον καθορισμό του γεωτεχνικού μοντέλου με συμπλήρωση της γεωλογικής εικόνας όσο και στον καθορισμό των γεωτεχνικών παραμέτρων που είναι απαραίτητες για τον σχεδιασμό του έργου.

Η γεωτεχνική έρευνα θα περιλαμβάνει επίσης εργαστηριακές δοκιμές σε δείγματα από γεωτρήσεις καθώς και επιτόπου δοκιμές σε γεωτρήσεις ή και δοκιμαστικές στοές. Σε περίπτωση που τα ανωτέρω γεωτεχνικά στοιχεία είναι ιδιαίτερα δυσμενή, ενδέχεται να απαιτηθεί ριζική μεταβολή της οριστικής χάραξης της σήραγγας. Στην περίπτωση αυτή, είναι δυνατό να απαιτηθούν συμπληρωματικές διερευνητικές γεωτεχνικές εργασίες σε επόμενη φάση της μελέτης.

Σκοπός των γεωτεχνικών ερευνών είναι ο καθορισμός των γεωτεχνικών συνθηκών και παραμέτρων μηχανικής συμπεριφοράς των σχηματισμών της περιοχής της σήραγγας. Το είδος και η έκταση των εργαστηριακών και επιτόπου δοκιμών, θα δίνεται με ειδικά αιτιολογημένο πρόγραμμα και θα εξαρτάται από τη φύση των απαντωμένων γεωλογικών

σχηματισμών. Αυτοί θα πρέπει να διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες: σε γαιώδεις, σε βραχώδεις σχηματισμούς (κύριες κατηγορίες), καθώς και σε ενδιάμεσους. Η κατηγορία των ενδιάμεσων σχηματισμών θα αντιμετωπίζεται, κατά περίπτωση, αντίστοιχα προς τις κύριες κατηγορίες. Οι εργαστηριακές και επιτόπου δοκιμές που θα πρέπει να εκτελούνται για τις κύριες κατηγορίες σχηματισμών είναι οι ακόλουθες (όχι περιοριστικά) :

*(i) Γαιώδεις σχηματισμοί*

α) Εργαστηριακές δοκιμές

α1) Προσδιορισμός φυσικών χαρακτηριστικών

- φυσική υγρασία
- φαινόμενο βάρος
- ειδικό βάρος στερεών
- κοκκομετρήσεις με κόσκινα και αραιόμετρο
- όρια Atterberg

α2) Προσδιορισμός μηχανικών χαρακτηριστικών

- Μονοαξονική θλίψη σε μαλακούς βράχους και σκληρά εδάφη για τη μέτρηση της αντοχής και παραμορφωσιμότητας
- Τριαξονική θλίψη τύπου CUPP
- Τριαξονική θλίψη τύπου CD
- Δοκιμές διόγκωσης, ελεύθερης ή/και μέτρησης της πίεσης διόγκωσης

β) Επί τόπου δοκιμές

- Οι επί τόπου δοκιμές θα περιλαμβάνουν:
- Δοκιμές πρότυπης διείδυσης (SPT)
- Μετρήσεις στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα σε πιεζόμετρα
- Μετρήσεις υδατοπερατότητας τύπου Maag ή Lefranc ανάλογα με το είδος του εδάφους.
- Αντοχή σχηματισμού (π.χ. με πρεσσιόμετρο)
- Παραμορφωσιμότητα (π.χ. με πρεσσιόμετρο)
- Εντατικό πεδίο (π.χ. με πρεσσιόμετρο)
- Πίεση νερού με πιεζόμετρα τύπου Casagrande

*(ii) Βραχώδεις σχηματισμοί*

α) Εργαστηριακές δοκιμές

Θα εκτελούνται οι παρακάτω δοκιμές:



- Μονοαξονική θλίψη για τον προσδιορισμό της μέγιστης τάσης θραύσης και της παραμορφωσιμότητας με παράλληλη μέτρηση του δείκτη Poisson και εκτίμηση του μέτρου ελαστικότητας.
- Σημειακή φόρτιση σε δοκίμια ακανόνιστου σχήματος, για το συσχετισμό του δείκτη σημειακής φόρτισης με την αντοχή σε μονοαξονική θλίψη.
- Άμεση διάτμηση στις κύριες οικογένειες ασυνεχειών ή διακλάσεων.
- Σκληρότητα (π.χ. VHNR)

β) Επιτόπου δοκιμές και έρευνες

Οι επιτόπου δοκιμές και έρευνες θα περιλαμβάνουν:

- Δοκιμή υδατοπερατότητας της βραχομάζας (π.χ. Lugeon)
- Μετρήσεις πυρηνοληψίας και RQD
- Μετρήσεις στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα σε πιεζόμετρα
- Εφόσον κρίνεται απαραίτητο θα εκτελούνται δοκιμές παραμορφωσιμότητας (π.χ. με ντιλατόμετρο, κλπ.)

Οι παραπάνω δοκιμές, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της γεωλογικής και τεκτονικής μελέτης που θα περιέχουν εκτός των άλλων τη πετρογραφική περιγραφή, την ποσοτική περιγραφή των συστηματικών ασυνεχειών, τις ασθενείς ζώνες, τα ρήγματα, τα κενά, και τη δίατα των υπογείων νερών, θα δίνουν όλες εκείνες τις παραμέτρους που απαιτούνται για τη βαθμονόμηση του πετρώματος με κάποια δόκιμα συστήματα όπως π.χ. κατά RMR, Q, και GSI, καθώς και για την εκτίμηση των παραμέτρων επιτόπου αντοχής, παραμορφωσιμότητας και υδατοπερατότητας (εφόσον απαιτείται) της βραχομάζας.

(iii) Για όλους τους σχηματισμούς

α) Θα πρέπει οπωσδήποτε το γεωυλικό να χαρακτηρίζεται ως προς την:

- Καταλληλότητά του για αδρανή σκυροδέματος
- Καταλληλότητά του για την κατασκευή επιχωμάτων
- Συμπεριφορά του κατά την κατασκευή, π.χ. συνθλιβόμενο, διογκούμενο, κλπ.

β) Εφόσον γίνουν δοκιμαστικές στοές, σκόπιο είναι να εκτελούνται σε αυτές οι εξής δοκιμές:

- Φόρτιση πλάκας
- Εξόλκευση αγκυρίων (κυρίως σε μαλακούς σχηματισμούς και εφόσον υπάρχει πιθανότητα χρήσης αγκυρίων)
- Διατμητική αντοχή ασυνεχειών (κυρίως σε βραχώδεις σχηματισμούς)
- Παρακολούθηση της διάνοιξης σε τρεις τουλάχιστον διατομές της στοάς με μετρήσεις σύγκλισης τριών σημείων της περιφέρειας εκσκαφής, μετακίνησης του πετρώματος σε βαθύτερα από την περιφέρεια σημεία (π.χ. με extensometers) και χωροστάθμησης της οροφής.

## **B Ποσότητες**

Ως ελάχιστες έρευνες θεωρούνται οι ακόλουθες :

- i. Σε κάθε στόμιο θα εκτελούνται δύο δειγματοληπτικές γεωτρήσεις. Επίσης, θα εκτελούνται ενδιάμεσα 1 δειγματοληπτική γεώτρηση ανά 500m σήραγγας (ελάχιστος αριθμός 1 γεώτρηση) κατά μήκος του άξονα της σήραγγας που θα διατρηθεί. Ο αριθμός των γεωτρήσεων θα είναι ικανός ώστε να προσδιορίζεται η στρωματογραφία στην περιοχή κατά μήκος της χάραξης της σήραγγας. Οι γεωτρήσεις θα εκτείνονται γενικά σε βάθος τουλάχιστον ίσο με μία (ισοδύναμη) διάμετρο, της εγκάρσιας τομής της σήραγγας, κάτω από την αναμενόμενη βαθύτερη εκσκαφή του πυθμένα. Ορισμένες γεωτρήσεις μπορεί να είναι κεκλιμένες, εφόσον θεωρηθεί ότι αυτές θα δώσουν καταλληλότερα στοιχεία για τη στρωματογραφία.
- ii. Σχετικά με τις ποσότητες των εργαστηριακών δοκιμών ανά περίπτωση ελέγχου ισχύουν τα αναφερόμενα στις προηγούμενες παραγράφους, ανάλογα με τη φύση των σχηματισμών που απαντώνται.

### **2.3.4.2 Σήραγγες με εκσκαφή και επανεπίχωση**

Οι έρευνες σηράγγων με εκσκαφή και επανεπίχωση θα γίνουν με εκτέλεση δειγματοληπτικών γεωτρήσεων και ερευνητικών φρεάτων με σκοπό την επιλογή των γεωτεχνικών παραμέτρων σχεδιασμού, τον καθορισμό της κλίσης των προσωρινών πρηνών εκσκαφών και την καταλληλότητα των υλικών εκσκαφής έτσι ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν για την επανεπίχωση.

Το είδος και η έκταση των εργαστηριακών δοκιμών θα εξαρτηθούν από τη φύση των εδαφών και το είδος των δειγμάτων.

- (i) Για τους γαιώδεις σχηματισμούς θα γίνονται οι εργαστηριακές δοκιμές των παραπάνω παραγράφων (i) και (iii) με εφαρμογή της αρχής των ενεργών τάσεων.
- (ii) Για τους βραχώδεις σχηματισμούς θα γίνονται οι εργαστηριακές δοκιμές που αναφέρθηκαν στην παραπάνω παράγραφο (ii).
- (iii) Ως ελάχιστες έρευνες θεωρούνται οι ακόλουθες :
  - Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις ανά 50 m σήραγγας (πεσσοειδώς διατεταγμένες) και βάθος  $L = 2 \times H$  όπου  $H$  το ύψος του διαμορφωμένου πρηνούς της προσωρινής εκσκαφής.
  - Σε επιμήκεις σήραγγες με εκσκαφή και επανεπίχωση είναι απαραίτητο να ελέγχονται διατομές με 2 γεωτρήσεις ανά διατομή. Οι διατομές αυτές πρέπει να είναι τουλάχιστον μία ανά 100 m.
  - Ερευνητικά φρέατα ανά 50 m υπόγειου έργου, βάθους 5,00 m, δύο για κάθε περίπτωση.

### 2.3.5 Γεωτεχνικές έρευνες καθορισμού φέρουσας ικανότητας στρώσης έδρασης για τη διαστασιολόγηση του οδοστρώματος.

- (i) Η διαστασιολόγηση του οδοστρώματος εξαρτάται από τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά της υποκείμενης στρώσης, που εκτείνεται σε βάθος 1 m κάτω από την επιφάνεια έδρασης οδοστρώματος.

Ετσι είναι αναγκαίο να γίνουν οι απαραίτητες δοκιμές για υπαγωγή στις κατηγορίες E1 έως E4 (βλ. Πίνακα 4.5) της υποκείμενης στρώσης η οποία αναφέρεται :

#### α. στο φυσικό έδαφος για την περίπτωση ορυγμάτων

β. στο υλικό της στέψης επιχώματος για την περίπτωση γαιωδών επιχωμάτων.

γ. στο υλικό του μεταβατικού τμήματος για την περίπτωση βραχωδών επιχωμάτων.

- (ii) Οι δοκιμές που απαιτούνται να εκτελεστούν, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η κατάταξη των υλικών της υποκείμενης στρώσης αναφέρθηκαν ήδη στην παράγραφο 3.2.3.1.
- (iii) Ως ενδεικτική έρευνα θεωρείται η εκτέλεση ερευνητικών φρεάτων ή επιφανειακών εκσκαφών ανά 200 m χάραξης οδού σε θέσεις ορυγμάτων ή επιχωμάτων μικρού ύψους (επί εδάφους).

## 2.4 Γεωτεχνικές έρευνες σε λατομεία

- (i) Σε περίπτωση που δεν χρησιμοποιηθούν υλικά από λειτουργούντα στην περιοχή λατομεία αλλά προβλέπεται να γίνει εγκατάσταση νέου λατομείου θα πρέπει να εκτελεστούν εργαστηριακές δοκιμές ελέγχου αδρανών υλικών του νέου λατομείου (σε νέες θέσεις ή σε θέσεις παλαιών λατομείων που βρίσκονται εκτός λειτουργίας) σύμφωνα με την παράγραφο 3.3.7.5.
- (ii) Για την περίπτωση αντιολισθηρών αδρανών υλικών θα πρέπει να εκτελεσθούν επιπρόσθετα και οι παρακάτω δοκιμές :
  - α. Αντοχής σε απότριψη (Aggregate Abrasion Value (A.A.V.) (B.S. 812)
  - β. Αντίστασης σε στίλβωση (Polishing Stone Value) (P.S.V.) (B.S. 812)

## 2.5 Γεωτεχνικές έρευνες σε δανειοθαλάμους

- (i) Ανάλογα με το κατασκευαζόμενο οδικό τμήμα είναι δυνατόν να απαιτηθεί δανειοληψία για την κατασκευή του σώματος των επιχωμάτων καθώς και για την προμήθεια υλικών της Στρώσης Εδρασης Οδοστρώματος, της στρώσης εξυγίανσης (θεμέλιο επιχώματος) και της στρώσης στράγγισης.
- (ii) Για τους δανειοθαλάμους που τυχόν θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να εκτελεστούν οι παρακάτω έρευνες και να υποβληθούν τα παρακάτω σχέδια.
  - α. Χάρτης και Τοπογραφικό διάγραμμα:
    - Θα υποβάλλεται ένας βασικός χάρτης υπό κλίμακα 1:50.000, όπου θα γίνεται νοτοπισμός και ονομασία του δανειοθαλάμου.

- Θα υποβάλλεται τοπογραφικό διάγραμμα υπό κλίμακα 1:2.000, που θα μπορεί να προέλθει και από φωτογραμμετρικό διάγραμμα 1:5.000 της Γ.Υ.Σ. Σε αυτό το τοπογραφικό διάγραμμα θα οροθετείται ο δανειοθάλαμος και θα σημειώνονται οι θέσεις των ερευνητικών φρεάτων, που θα πρέπει να γίνουν, σύμφωνα με τα παρακάτω, για τη διαπίστωση της καταλληλότητας χρησιμοποίησης του υλικού του δανειοθαλάμου και τον προσδιορισμό του πεδίου εφαρμογής των σχετικών εκσκαπτόμενων υλικών. Επίσης στο ίδιο διάγραμμα θα αναφέρεται ο όγκος των υπολογιζόμενων απολήψιμων υλικών και η κατάταξή τους κατά κατηγορίες.

β. Στον χωροθετημένο δανειοθάλαμο θα εκσκάπτονται φρέατα σε μία κανονική κατανομή σε κατάλληλο κλίμακα εφόσον αυτό είναι εφικτό [κατ' ελάχιστον 1 φρέαρ ανά 30.000 μ<sup>3</sup> υλικού σε δανειοθαλάμους συνηθών υλικών (Υ1, Υ2) και ανά 15.000 μ<sup>3</sup> υλικού σε δανειοθαλάμους επίλεκτων υλικών (Υ3, Υ4) και ανάλογα προς την ομοιογένεια κατ' ελάχιστον διανοίγονται τρία φρέατα ανά δανειοθάλαμο. Στα δείγματα θα γίνονται οι δοκιμές κατάταξης για οδικά έργα στις κατηγορίες Υ1 έως Υ4 του Πίνακα 4.5 καθώς και δοκιμές φυσικής υγρασίας.

Σε περίπτωση ανομοιομορφίας των συναντωμένων στα φρέατα εδαφικών στρώσεων, θα λαμβάνονται δείγματα σε τέτοιο αριθμό ώστε να καλύπτονται οι απαντώμενες στρώσεις του εδαφικού υλικού.

γ. Θα υποβάλλονται οι εδαφικές τομές των φρεάτων με τα στοιχεία από τις έρευνες κατάταξης που προαναφέρθηκαν και υπολογισμοί απολήψιμων υλικών κατά κατηγορία υλικού.

(iii) Στην περίπτωση που αναγκαστικά προσδιορίζονται δανειοθάλαμοι ακατάλληλων υλικών θα προτείνονται κατάλληλες μέθοδοι εκμετάλλευσης που θα διασφαλίζουν την απαιτούμενη ποιότητα.

(iv) Επισημαίνεται ότι οι έρευνες που αναφέρθηκαν παραπάνω θεωρούνται ως ελάχιστες και ο Κύριος του Έργου δεν αναλαμβάνει ουδεμία ευθύνη σχετικά με την επάρκεια και πληρότητα τους για να προσδιοριστούν τα αναγκαία χαρακτηριστικά των δανειοθαλάμων. Έτσι κατά τη φάση κατασκευής ο Ανάδοχος θα πρέπει να εκτελέσει, εφόσον το κρίνει αναγκαίο, και πρόσθετες έρευνες για την πλήρη διασφάλισή του.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΡΧΕΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ** **ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ** **ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ** **ΕΡΕΥΝΩΝ**

## **1 ΑΡΧΕΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ** **ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ**

### **1.1 Γεωλογική Χαρτογράφηση**

#### **1.1.1 Γενικά**

1.1.1.1 Η γεωλογική χαρτογράφηση ανεξάρτητα από την κλίμακα στην οποία αυτή εκπονείται, αποσκοπεί στον εντοπισμό όλων των γεωλογικών κινδύνων που επηρεάζουν τα προβλεπόμενα έργα.

1.1.1.2 Η γεωλογική χαρτογράφηση βασίζεται στην παρατήρηση και θα πρέπει να γίνεται χρήση όλων των μέσων και των κλιμάκων παρατήρησης (από το μικροσκόπιο έως τη δορυφορική εικόνα). Συνήθεις περιπτώσεις μη δυσχερών περιοχών θα πρέπει να περιλαμβάνουν από τις εργασίες υπαίθρου (μακροσκοπική παρατήρηση) έως και την ερμηνεία των αεροφωτογραφιών.

Ιδιαίτερα τονίζεται η σημασία της χρήσης των αεροφωτογραφιών. Η επιλογή της κλίμακας των αεροφωτογραφιών επαφίεται στην κρίση του γεωλόγου μελετητή. Ανάλογα με τη σημασία του έργου και τα γεωλογικά προβλήματα της περιοχής είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές σειρές αεροφωτογραφιών, με διαφορετική χρονολογία λήψης ή διαφορετική κλίμακα.

1.1.1.3 Πριν την έναρξη των εργασιών υπαίθρου, θα πρέπει να αξιολογηθεί η υπάρχουσα βιβλιογραφία. Πρέπει να συγκεντρωθούν οι διαθέσιμες γεωλογικές χαρτογραφήσεις, γεωλογικές τομές, στρωματογραφικές κολώνες της περιοχής, τυχόν στοιχεία από γεωτρήσεις, ερευνητικές γεωτρήσεις, υδρογεωτρήσεις και από γεωφυσικές διασκοπήσεις. Όλα τα υφιστάμενα στοιχεία θα πρέπει να απεικονιστούν στο τοπογραφικό διάγραμμα, ώστε κατά την διάρκεια των εργασιών υπαίθρου να γίνει ο έλεγχος της θέσης τους και της σημασίας τους.

Κατά την συγκέντρωση της υφιστάμενης βιβλιογραφίας θα πρέπει απαραίτητα να ληφθούν υπόψη:

- Οι γεωλογικές χαρτογραφήσεις του ΙΓΜΕ (κλίμακα 1:50.000).

- Ο σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας (ΙΓΜΕ, κλίμακα 1:500.000).
- Οι νεοεκτονικοί χάρτες (ΟΑΣΠ, κλίμακα 1:100.000)
- Ο γεωτεχνικός χάρτης της Ελλάδας (ΙΓΜΕ, κλίμακα 1:500.000)

1.1.1.4 Κατά τις εργασίες υπαίθρου είναι απαραίτητη η φωτογράφιση χαρακτηριστικών θέσεων όπου θα φαίνονται α) η λιθολογική σύσταση κάθε γεωλογικού σχηματισμού και β) χαρακτηριστικές επαφές. Στις φωτογραφίες αυτές θα πρέπει να φαίνεται και κάποιο αντικείμενο ως κλίμακα, ώστε να γίνεται αντιληπτό το μέγεθος της εμφάνισης. Χαρακτηριστικές θέσεις φωτογραφιών θα σημειώνονται σε χάρτη. Οι φωτογραφίες θα βρίσκονται σε παράρτημα της έκθεσης.

1.1.1.5 Το μεγάλο ποσοστό φυτοκάλυψης, η παρουσία εκτεταμένου εδαφικού μανδύα, η απουσία φυσικών και τεχνητών τομών και η περιορισμένη ανάπτυξη οδικού δικτύου σε μία περιοχή, είναι παράμετροι που επηρεάζουν αρνητικά την αξιοπιστία και ακρίβεια της γεωλογικής χαρτογράφησης και θα πρέπει να επισημαίνονται. Η αβεβαιότητα αυτή αποδίδεται με τον χαρακτηρισμό του είδους των ορίων των γεωλογικών σχηματισμών (ορατό, καλυμμένο, ασαφές ή μεταβατικό).

## 1.1.2 Περιεχόμενο χάρτη

1.1.2.1 Στο γεωλογικό χάρτη γίνεται διαχωρισμός των γεωλογικών σχηματισμών, με την ακρίβεια που η κλίμακα το επιτρέπει, σύμφωνα με στρωματογραφικά και λιθολογικά κριτήρια.

1.1.2.2 Κατά τη χαρτογράφηση γίνεται διάκριση των γεωλογικών ορίων σε:

- Όριο ορατό. Κατατάσσονται τα όρια που είναι ορατά ή σαφώς εντοπισμένα στο ύπαιθρο. Στην ίδια κατηγορία κατατάσσονται τα όρια με σαφή γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά (π.χ. αποθέσεις κοίτης ποταμών, κώνοι κορημάτων).
- Όριο μεταβατικό ή ασαφές. Ο όρος αυτός καλύπτει την περίπτωση του μεταβατικού ορίου στο γεωλογικό υπόβαθρο και τα ασαφή όρια σε τεταρτογενείς σχηματισμούς.
- Όριο καλυμμένο. Χαρακτηρίζεται το όριο το οποίο είναι καλυμμένο από εδαφικό μανδύα, ο οποίος λόγω της μικρής έκτασης ή πάχους δεν χαρτογραφείται.

1.1.2.3 Τα τεκτονικά στοιχεία που απεικονίζονται είναι :

- Μετρήσεις κλίσης και κατεύθυνσης κλίσης των επιφανειών στρώσης, σχιστότητας, φύλλωσης κλπ των γεωλογικών σχηματισμών. Η πυκνότητά τους είναι τέτοια, κατά την κρίση του μελετητή, ώστε να εξασφαλίζεται η πληρέστερη προσέγγιση της γεωλογικής δομής της περιοχής.

- Άξονες μεγάλων συγκλίσεων και αντικλίσεων με στοιχεία σχετικά με την γεωμετρία τους.
- Τεκτονικές γραμμές όπως ρήγματα, επιπτεύσεις, επωθήσεις με διάκριση σε α) ορατά και β) πιθανά ή καλυμμένα.
- Τα ρήγματα διακρίνονται (στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό) ανάλογα με:
  - α) την κίνηση των ρηξιτεμαχών σε κανονικά, ανάστροφα και μετασχηματισμού.
  - β) την ενεργότητα τους (κατ' αρχή εκτίμηση) σε ενεργά, πιθανά ενεργά και ανενεργά με βάση τα κριτήρια που αναφέρονται στην παράγραφο 1.12.6 παρόντος κεφαλαίου..

γ) μεγάλες διατμητικές ζώνες και θέσεις έντονου κερματισμού

1.1.2.4 Αναγράφεται ο βαθμός αποσάθρωσης ο οποίος παρατηρείται στην επιφάνεια.

1.1.2.5 Απεικονίζονται οι θέσεις των τεκτονικών διαγραμμάτων.

1.1.2.6 Διακρίνονται με διαφορετικό συμβολισμό οι περιοχές γεωλογικής αστάθειας και οι γεωλογικά ευαίσθητες περιοχές, όπως οι παλαιές και νέες κατολισθήσεις, οι καταπτώσεις βράχων, οι ερπυσμοί, οι θέσεις έντονης διάβρωσης και απόθεσης, οι ελώδεις περιοχές κλπ.

1.1.2.7 Εντοπίζονται όλες οι θέσεις γεωερευνητικών εργασιών.

1.1.2.8 Εντοπίζονται οι θέσεις των σημείων εμφάνισης νερού. Οι πηγές διακρίνονται ως προς την λειτουργία τους (μόνιμη ή εποχιακή).

1.1.2.9 Στο υπόμνημα του γεωλογικού χάρτη περιγράφονται για κάθε γεωλογικό σχηματισμό η διακύμανση της λιθολογικής τους σύστασης (λόγω της μεγάλης έκτασης που καλύπτεται σε χαρτογραφήσεις μικρής κλίμακας), η δομή, η υφή, το χρώμα, η ανομοιομορφία, η ετερογένεια, ο βαθμός κερματισμού, ο βαθμός καρστικοποίησης, η αποσάθρωση και η κάλυψη από εδαφικό μανδύα. Στην τελευταία αυτή περίπτωση καθώς και στην περίπτωση των πρόσφατων αποθέσεων απαραίτητο είναι να αναφέρεται το μέσο πάχος τους.

### 1.1.3 Κλίμακες

Οι χρησιμοποιούμενες κλίμακες εξαρτώνται από τη φάση της μελέτης όπως προβλέπεται και από την "Ανάλυση τιμών γεωλογικών εργασιών" (ΦΕΚ 223/Β/2-4-93, ΥΠΕΧΩΔΕ/ΔΕΕ(ΕΚ1)). Συγκεκριμένα:

Στην Αναγνωριστική Γεωλογική Μελέτη, χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5.000 έως 1:20.000. Σε κάθε περίπτωση η κλίμακα χαρτογράφησης είναι η ίδια με την κλίμακα της αναγνωριστικής μελέτης οδοποιίας. Το συνολικό εύρος εξαρτάται από τη μορφολογία του ανάγλυφου και εκτείνεται σε 1 χλμ. σε πεδινά τμήματα. Σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες μπορεί να είναι μεγαλύτερο μετά από αιτιολογημένη πρόταση του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας.

Στην Οριστική Γεωλογική Μελέτη η χαρτογράφηση στην κλίμακα της προμελέτης οδοποιίας που συνήθως είναι 1:2.000 ή μεγαλύτερη. Το συνολικό εύρος χαρτογράφησης κυμαίνεται από 300 -500 μ. εκατέρωθεν του άξονα. Σε δυσχερείς γεωλογικά περιοχές ή σε περιοχές με γεωλογικές ιδιαιτερότητες μπορεί να είναι μεγαλύτερο μετά από αιτιολογημένη πρόταση του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας.

Εφόσον απαιτηθεί λόγω αλλαγών μεταξύ προμελέτης και οριστικής μελέτης οδοποιίας, ή σε επιλεγμένες θέσεις μεγαλύτερων απαιτήσεων (π.χ. κόμβοι, στόμια σηράγγων, βάθρα γεφυρών, κατολισθήσεις) χρησιμοποιείται κλίμακα μεγαλύτερη ανάλογα με τις ανάγκες σχεδιασμού του έργου.

## **1.2 Γεωλογική Μηκοτομή**

### **1.2.1 Γενικά - Μεθοδολογία**

1.2.1.1 Η γεωλογική μηκοτομή αποτελεί βασικό σχέδιο για την προσέγγιση του τεχνικογεωλογικού προσομοιώματος.

1.2.1.2 Με την βοήθεια της γεωλογικής μηκοτομής μπορεί να γίνει κατ' αρχήν εκτίμηση των γεωλογικών δεδομένων που ενδιαφέρουν την μελέτη οδοποιίας, όπως εκτίμηση συνολικών μηκών διέλευσης από κάθε σχηματισμό, εκτίμηση συνολικού μήκους προβληματικών τμημάτων, εκτίμηση εκσκαψιμότητας και καταλληλότητας υλικών

1.2.1.3 Ως υπόβαθρο της γεωλογικής μηκοτομής θα πρέπει να χρησιμοποιείται η αντίστοιχη μηκοτομή οδοποιίας έτσι ώστε να υπάρχει ακριβής αποτύπωση του φυσικού εδάφους και να είναι δυνατή η άμεση σύνδεση της γεωλογικής δομής με τα προβλεπόμενα έργα.

1.2.2.4 Κατά το στάδιο της σύνταξης της γεωλογικής μηκοτομής προτείνεται να γίνεται διόρθωση της στρέβλωσης της κλίμακας των υψών, προκειμένου να αποδίδεται ακριβέστερα η γεωλογική δομή. Η τελική παράδοση γίνεται σε παραμορφωμένη κλίμακα όπως και η αντίστοιχη μηκοτομή οδοποιίας.

Εάν κρίνεται απαραίτητο ιδίως σε περιοχές με έντονο μορφολογικό ανάγλυφο, μπορεί να απαιτείται επιπλέον πύκνωση των διατομών βάσει των οποίων έχει σχεδιαστεί η μηκοτομή έτσι ώστε να υπάρχει ακριβής αποτύπωση του φυσικού εδάφους.

1.2.2.5 Ιδιαίτερη σημασία για την σωστή απεικόνιση της γεωλογικής δομής είναι η εύρεση ανά τμήματα της μηκοτομής της φαινόμενης κλίσης (επαφής, στρώσης, σχιστότητα κλπ).

### **1.2.2 Περιεχόμενο**

1.2.2.1 Η μηκοτομή χωρίζεται σε δύο τμήματα.



- Στο ανώτερο τμήμα σχεδιάζεται η αλληλουχία των γεωλογικών χαρακτηριστικών της περιοχής κατά μήκος της χάραξης με βάση τα στοιχεία της γεωλογικής οριζοντιογραφίας, όπως οι γεωλογικοί σχηματισμοί, οι διάφορες τεκτονικές δομές όπως ρήγματα, άξονες συγκλίνων-αντικλίνων, αξονικά επίπεδα πτυχών κ.λ.π., και η πιεζομετρική επιφάνεια του υπόγειου νερού εφόσον υπάρχουν στοιχεία από μετρήσεις. Η απεικόνιση των γεωλογικών σχηματισμών θα είναι σύμφωνη με αυτή της γεωλογικής οριζοντιογραφίας.
- Στο κατώτερο τμήμα της μηκοτομής σχεδιάζονται πληροφοριακά στοιχεία όπως: α) Στοιχεία που πηγάζουν από ειδικούς και βοηθητικούς θεματικούς χάρτες (διαπερατότητα σχηματισμών, εκτίμηση καταλληλότητας δανείων υλικών, κατηγοριοποίηση προβληματικών θέσεων), β) Στοιχεία των προϊόντων εκσκαφής των ορυγμάτων, εκτίμηση εκσκαψιμότητας (βράχος, γαιοημίβραχος) και την κατηγορία καταλληλότητάς τους για χρήση σε επιχώματα.

1.2.2.2 Οι επαφές των σχηματισμών στην μηκοτομή αναπαρίσταται ως καλυμένες (διακεκομμένη γραμμή) , ανεξάρτητα εάν στην επιφάνεια είναι ορατές. Μόνο στις περιπτώσεις, που υπάρχουν εδαφοτεχνικά στοιχεία, για μικρό μήκος εκατέρωθεν αυτών σχεδιάζεται ως συνεχής γραμμή. Τα όρια που έχουν χαρακτηριστεί ως ασαφή στην επιφάνεια, παραμένουν με τον ίδιο χαρακτηρισμό και στην μηκοτομή.

1.2.2.3 Εφόσον έχουν πραγματοποιηθεί γεωτεχνικές έρευνες τα σημεία τους τοποθετούνται στην μηκοτομή στην χιλιομετρική θέση, που εκτελέστηκαν. Εάν κάποιο σημείο έρευνας δεν έγινε στον άξονα της οδού τοποθετείται σε αντίστοιχη θέση που προκύπτει εφόσον φέρουμε αντίστοιχη κάθετη διατομή που θα διέρχεται από αυτό. Υψομετρικά τοποθετείται στο απόλυτο υψόμετρό του. Όσον αφορά προηγούμενες γεωτρήσεις τότε θα λαμβάνονται υπόψη στη σύνταξη της μηκοτομής.

1.2.2.3 Τα στοιχεία τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να απεικονίζονται ανάλογα με είδος της έρευνας είναι τα ακόλουθα:

Ερευνητικές Γεωτρήσεις:

- Οι γεωλογικές ενότητες σύμφωνα με το μητρώο της γεώτρησης. Συμβολίζεται με το αντίστοιχο χρώμα του γεωλογικού σχηματισμού.
- Η λεπτομερής λιθολογική περιγραφή, σύμφωνα με το μητρώο της γεώτρησης. Συμβολίζεται με ράστερ.
- Τα αποτελέσματα της Πρότυπης Δοκιμής Διείσδυσης με την μορφή του NSPT, εάν πρόκειται για έδαφος ή του RQD, εάν πρόκειται για βραχώδη σχηματισμό.

### 1.2.3 Κλίμακες

- Οι χρησιμοποιούμενες κλίμακες είναι ίδιες με τις κλίμακες των γεωλογικών χαρτογραφήσεων του αντιστοίχου σταδίου.

## **1.3 Γεωλογικές Τομές – Διατομές**

### 1.3.1 Γενικά

- 1.3.1.1 Σαν γεωλογική τομή ορίζεται η υπό γωνία τομή σε σχέση με τον άξονα της χάραξης. Το μήκος της γεωλογικής τομής καθορίζεται από την έκταση της γεωλογικής δομής που πρέπει να απεικονιστεί.
- 1.3.1.2 Οι γεωλογικές διατομές αποτελούν ουσιαστικό στοιχείο πάνω στο οποίο θα γίνουν οι απαιτούμενοι έλεγχοι ευστάθειας σε επόμενο στάδιο από τον γεωτεχνικό μελετητή αφού συμπληρωθούν με τα απαιτούμενα μηχανικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών. Κατά συνέπεια πριν την επιλογή των κρίσιμων διατομών θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί το σύνολο της σύνταξης των γεωλογικών διατομών, έτσι ώστε να έχει αποκτηθεί πλήρης εικόνα της γεωλογικής δομής και των προβλημάτων.
- 1.3.1.3 Σε περίπτωση που το μήκος της διατομής δεν είναι αρκετό έτσι ώστε να αποδοθούν τα αντιπροσωπευτικά γεωλογικά στοιχεία της συγκεκριμένης θέσης τότε αυτό επεκτείνεται.
- 1.3.1.4 Οι γεωλογικές τομές και διατομές ακολουθούν την κλίμακα της γεωλογικής οριζοντιογραφίας η οποία είναι σύμφωνα με την κλίμακα της οδοποιίας. Σε περίπτωση που τα απεικονιζόμενα δεδομένα απαιτούν διαφορετική κλίμακα έτσι ώστε να είναι ευκρινή, τότε μπορούν όπου είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν κλίμακες όπως 1:2000 ή και 1:1000.
- 1.3.1.5 Συντάσσονται τόσες γεωλογικές τομές- διατομές ώστε να δίνεται σαφής εικόνα του τεχνικογεωλογικού προσομοιώματος. Ειδικότερα γεωλογικές τομές-διατομές συντάσσονται α) σε θέσεις όπου οι επικρατούσες γεωλογικές – τεκτονικές – γεωμορφολογικές - υδρογεωλογικές - γεωτεχνικές συνθήκες είναι δυσμενείς για τα προβλεπόμενα έργα β) όπου πρόκειται να δημιουργηθούν μεγάλα ορύγματα, ύψους > 10μ (προσωρινά ή μόνιμα), επιχώματα, ύψους > 10μ, σημαντικοί οχετοί και θέσεις κατασκευής υψηλών τοίχων αντιστήριξης, ύψους > 4μ γ) σε θέσεις προτεινόμενων βάθρων γεφυρών δ) σε θέσεις στομίων σηράγγων ε) Σε κάθε θέση γεωτεχνικής έρευνας. Κατά συνέπεια εκτός από τις υφιστάμενες διατομές είναι δυνατόν να σχεδιασθούν επιπρόσθετες διατομές μετά από την υπόδειξη του γεωλόγου μελετητή.

## 1.3.2 Σύνταξη – Περιεχόμενα Γεωλογικών τομών – Διατομών.

1.3.2.1 Κατά το στάδιο της Αναγνωριστικής Γεωλογικής Μελέτης συντάσσονται κυρίως γεωλογικές τομές σε τόσες θέσεις όσες απαιτούνται ώστε να αποδοθεί το τεχνικογεωλογικό προσομοίωμα της υπό μελέτης περιοχής με την όποια ακρίβεια επιτρέπει το στάδιο αυτό.

1.3.2.2. Η επιλογή του αριθμού των διατομών οδοποιίας που πρόκειται να μετατραπούν σε γεωλογικές διατομές εξαρτάται από τα γεωλογικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής καθώς και το στάδιο της μελέτης.

Ειδικότερα επιλέγονται οι διατομές

- που αντιστοιχούν στο μέγιστο ύψος των προβλεπόμενων ορυγμάτων και επιχωμάτων
- που διέρχονται από τις θέσεις θεμελίωσης των τεχνικών και υψηλών τοίχων
- στις οποίες εμφανίζεται γεωλογικό όριο
- στις οποίες εμφανίζεται τεκτονική επαφή ή μεγάλου εύρους διατμητική ζώνη
- αναμένεται να συναντηθεί στρωσιγενές ή σχιστοποιημένο πέτρωμα,
- υπάρχει αλλαγή του μέτρου κλίσης και της διεύθυνσης κλίσης της στρώσης
- έχουν πραγματοποιηθεί γεωτεχνικές έρευνες και τα ευρήματά τους έχουν επίπτωση στο προβλεπόμενο έργο.

1.3.2.3 Όσον αφορά το κυρίως τμήμα των σηράγγων, επιλέγονται διατομές που αντιστοιχούν σε θέσεις:

- Εισόδων
- γεωλογικών ορίων
- με αναμενόμενες δυσμενείς υδρογεωλογικές συνθήκες
- με μικρό πάχος υπερκείμενων ή πλευρικών εδαφών
- σε θέσεις όπου αναμένονται δυσμενείς τεκτονικές συνθήκες (τομή ρηγμάτων)
- σε θέσεις γεωτρήσεων

Οι διατομές οδοποιίας αποτελούν την βάση για την σύνταξη των γεωλογικών διατομών.

1.3.2.4 Πάνω στις γεωλογικές τομές- διατομές παρουσιάζονται όλα στοιχεία της γεωλογικής οριζοντιογραφίας καθώς και τα σημεία έρευνας που έχουν πραγματοποιηθεί πάνω σε αυτές με τον ίδιο τρόπο που περιγράφηκαν στην παράγραφο 1.1.2 Σημειώνεται ότι στις γεωλογικές τομές-διατομές είναι δυνατόν να προβάλλονται και γειτονικά σημεία έρευνας προς αυτές τα οποία όμως θεωρούνται απολύτως αντιπροσωπευτικά για την εν λόγω θέση, στο υψόμετρο το οποίο έχουν πραγματοποιηθεί ανάλογα με την κρίση του μελετητή.

1.3.2.5 Πάνω στις γεωλογικές διατομές παρουσιάζεται το επικρατέστερο πλέγμα ασυνεχειών της βραχομάζας.

1.3.2.6 Στις διατομές όπου εμφανίζονται στρωσιγενή ή σχιστοποιημένα πετρώματα γίνεται ενδεικτικά αναπαράσταση της δομής τους λαμβάνοντας υπόψη την φαινόμενη κλίση ανάλογα με την κατεύθυνση της διατομής.

1.3.2.7 Στο σχέδιο των διατομών όχι όμως περιοριστικά θα σημειώνονται και θα επεξηγούνται τα όποια προβλήματα.

1.3.2.8 Στις γεωλογικές τομές – διατομές οι οποίες γίνονται στα πλαίσια της αναγνωριστικής μελέτης (όχι περιοριστικά) για μία λύση θα περιλαμβάνουν και αντίστοιχα τις άλλες λύσεις, ώστε να γίνει και σύγκριση μεταξύ τους.

### **1.3.3 Κλίμακες**

Οι χρησιμοποιούμενες κλίμακες θα είναι συνήθως ίδιες ή και μεγαλύτερες με αυτές της γεωλογικής χαρτογράφησης του αντιστοίχου σταδίου, ενώ για τα τεχνικά οι διατομές γίνονται συνήθως στην κλίμακα των διατομών των τεχνικών .

## **1.4 Ειδικό Θεματικό Χάρτες**

### **1.4.1 Χάρτης Τεχνική γεωμορφολογίας και προβληματικών περιοχών**

#### **1.4.1.1 Γενικά – Μεθοδολογία**

1.4.1.1.1 Ο χάρτης αυτός έχει συνθετικό και εποπτικό χαρακτήρα. Εντοπίζονται οι χαρακτηριστικές γεωμορφίες του αναγλύφου, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν τα προβλεπόμενα έργα και διαχωρίζονται οι περιοχές κατά μήκος της χάραξης ή των εναλλακτικών χαράξεων ανάλογα με την τεχνικογεωλογική εκτίμηση της δυσκολίας κατασκευής.

1.4.1.1.2 Ο χάρτης αυτός σε αναγνωριστικό και οριστικό στάδιο της γεωλογικής μελέτης αποτελεί ένα εργαλείο, προκειμένου να επιλεγεί η βέλτιστη λύση, σύμφωνα με τεχνικογεωλογικά κριτήρια.

1.4.1.1.3 Η κατηγοριοποίηση κατά μήκος της χάραξης ή των χαράξεων σε τμήματα ανάλογα με τα αναμενόμενα προβλήματα κατά την κατασκευή, γίνεται με βάση την συναξιολόγηση όλων των στοιχείων της γεωλογικής χαρτογράφησης, της τεκτονικής, της υδρογεωλογίας, της γεωμορφολογίας, των συνθηκών αστάθειας της περιοχής καθώς επίσης και της τεχνικογεωλογικής συμπεριφοράς των σχηματισμών.

Τα ανωτέρω γεωλογικά κριτήρια συνεξετάζονται ανάλογα με το προτεινόμενο είδος έργων (π.χ. όρυγμα, επίχωμα, τεχνικό κλπ)

1.4.1.1.4 Οι κατηγορίες που διαχωρίζονται είναι:

- Κατασκευή χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα (Κατηγορία I).
- Μέτρια προβλήματα (Κατηγορία II).
- Έντονα προβλήματα. Αναμενόμενες τοπικές αστοχίες, υδρογεωλογικά προβλήματα κλπ (Κατηγορία III).
- Σύνθετα προβλήματα. Προτείνεται η επανεξέταση της χάραξης ή του είδους του έργου (Κατηγορία IV).

1.4.1.1.5 .Η κάθε κατηγορία παρουσιάζεται με διαφορετικό χρώμα, όπως προτείνεται παρακάτω: Κατηγορία I - πράσινο, Κατηγορία II – καφέ, Κατηγορία III – πορτοκαλί, Κατηγορία IV - κόκκινο.

1.4.1.1.6 .Για την σύνταξη του χάρτη προαπαιτείται να έχουν ολοκληρωθεί η γεωλογική οριζοντιογραφία, η γεωλογική μηκοτομή και οι γεωλογικές διατομές (με στοιχεία γεωτρήσεων, εάν υπάρχουν) καθώς και οι θεματικοί χάρτες (εάν υπάρχουν).

### **1.4.1.2 Περιεχόμενο χάρτη**

Στον χάρτη αυτό θα παρουσιάζονται ενδεικτικά τα παρακάτω στοιχεία:

1.4.1.2.1 Οι κατηγοριοποιήσεις κατά μήκος της χάραξης ή των εναλλακτικών χαράξεων με διαφορετικό χρώμα και σύμβολο για κάθε κατηγορία, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 1.4.1.1. Για κάθε κατηγορία προτείνεται να δίδεται επιγραμματικά η αιτιολόγηση της προβληματικότητάς της.

1.4.1.2.2 Χαρακτηριστικά της μορφολογίας του ανάγλυφου όπως κλίση πρηνών, χάσματα, ρωγμές εφελκυσμού, απότομες αλλαγές κλίσης πρηνών, παρουσία υβωμάτων και αναβαθμών, επιφάνειες επιπέδωσης, ανώμαλες εμφανίσεις υποβάθρου. Μορφολογικά στοιχεία των πρηνών (κοίλα, κυρτά, απότομα ή αποστρογγυλεμένα, κυματοειδή κτλ).

1.4.1.2.3 Περιοχές έντονης διάβρωσης των γεωλογικών σχηματισμών, σχετικές αποθέσεις και μορφολογικά χαρακτηριστικά (π.χ. καρστικά). Παρουσία κορηματικών και κολλουβιακών υλικών. Περιοχές βαθιάς αποσάθρωσης. Περιοχές με αναμενόμενα έντονα προβλήματα επιφανειακού και υπόγειου νερού όπου θα απαιτηθούν μέτρα αποχέτευσης και αποστάγγισης (χείμαρροι με μεγάλες παροχές και στερεοπαροχές, έλη, εποχιακά λιμνάζοντα νερά κλπ).

1.4.1.2.4 Εκδηλωμένες αστάθειες όπως ερπυσμοί, κατολισθήσεις, λασποροές, καταπτώσεις βράχων. Αστοχίες πρηνών. Ενδείξεις διατάραξης των γεωλογικών σχηματισμών, του εδάφους, του υδρογραφικού δικτύου, της φυτοκάλυψης ή των ανθρώπινων κατασκευών (φράχτες, κτίσματα κτλ). Εντοπισμός θέσεων για τις

οποίες αξιολογείται ότι υπάρχει επικινδυνότητα εκδήλωσης ασταθειών με την κατασκευή του έργου.

Για την διευκόλυνση της παρουσίασης της αστάθειας του φυσικού ανάγλυφου (εκδηλωμένης ή δυνητικής) μπορούν να διαχωριστούν οι παρακάτω κατηγορίες:

- Εκδηλωμένη αστάθεια (Α). Η κατηγορία αυτή οριοθετεί περιοχές σχετικά πρόσφατων κατολισθημένων μαζών ή περιοχές, όπου οι ενδείξεις για εκδήλωση παλιών κατολισθήσεων είναι σημαντικές.
- Κατηγορία μεγάλης δυνητικής αστάθειας (Δ3). Η κατηγορία αυτή χαρακτηρίζει περιοχές, όπου δημιουργούνται οι γεωλογικές προϋποθέσεις για εκδήλωση κατολισθησης μεγάλου κατακόρυφου βάθους (> 10 m).
- Περιοχή μέτριας δυνητικής αστάθειας (Δ2). Η κατηγορία αυτή χαρακτηρίζει περιοχές, στις οποίες αφ' ενός δεν αναμένεται συχνή εκδήλωση αστάθειας αφ' ετέρου η αστάθεια εκτιμάται να επηρεάσει μικρό βάθος (< 10 m).
- Περιοχή μικρής δυνητικής αστάθειας (Δ1). Η κατηγορία αυτή χαρακτηρίζει σταθερές περιοχές με μικρή πιθανότητα εκδήλωσης φαινομένων αστάθειας.

## **1.4.2 Τεχνικογεωλογικός χάρτης και γεωλογικής επικινδυνότητας**

### **1.4.2.1 Γενικά – Μεθοδολογία**

- Ο χάρτης αυτός περιλαμβάνει την ομαδοποίηση ή διαχωρισμό των γεωλογικών σχηματισμών σε τεχνικογεωλογικές ενότητες ανάλογα με την συμπεριφορά τους στα τεχνικά έργα. Επίσης εντοπίζονται όλοι οι γεωλογικοί κίνδυνοι που μπορεί να προέρχονται από παλαιές και νέες, κατολισθήσεις, ερπυσμούς, καταπτώσεις βράχων κλπ.

1.4.2.1.1 Ο χάρτης γίνεται στο στάδιο της οριστικής γεωλογικής μελέτης με βάση την συναξιολόγηση όλων των υπαρχόντων στοιχείων από τις διάφορες ερευνητικές εργασίες, γενικά δε προαπαιτείται να έχουν ολοκληρωθεί η γεωλογική οριζοντιογραφία, η γεωλογική μηκοτομή και οι γεωλογικές διατομές (με στοιχεία γεωτρήσεων εάν υπάρχουν) καθώς και τυχόν άλλοι θεματικοί χάρτες.

### **1.4.2.2 Περιεχόμενο χάρτη**

Στο χάρτη αυτό παρουσιάζονται ενδεικτικά τα παρακάτω στοιχεία.

1.4.2.2.1 Ζωνοποίηση της περιοχής έρευνας σε τεχνικογεωλογικές ενότητες οι οποίες παρουσιάζουν ομοιόμορφη συμπεριφορά σε σχέση με τα προβλεπόμενα έργα όσον αφορά στη λιθολογική σύσταση, φυσική κατάσταση (αποσάθρωση διάρρηξη- κερματισμός, συνεκτικότητα), υδροπερατότητα –διάβρωση και φυσικο-μηχανικά χαρακτηριστικά.

1.4.2.2.2 Εκτιμήσεις για την εκσκαψιμότητα των γεωλογικών σχηματισμών, την καταλλότητα των γεωλογικών υλικών που έχουν

χαρτογραφηθεί για διάφορες χρήσεις και έργα οδοποιίας, τις συνθήκες ευστάθειας των σχηματισμών σε τεχνητές εκσκαφές και το είδος των προβλημάτων που μπορεί να δημιουργηθούν με την πάροδο του χρόνου.

- .4.2.2.3 Κατάταξη των τεχνικογεωλογικών ενοτήτων σε κατηγορίες σεισμικής επικινδυνότητας εδαφών σύμφωνα με τον ισχύοντα αντισεισμικό κανονισμό.

### **1.1.4.3 Χάρτης υπεδαφικών ισουψιών**

1.4.3.1 Ο χάρτης αυτός συντάσσεται στην οριστική γεωλογική μελέτη προκειμένου να βρεθεί με την μέγιστη δυνατή ακρίβεια η επαφή δύο διαφορετικών γεωλογικών σχηματισμών. Τα αποτελέσματα του χάρτη υπεδαφικών ισουψιών μεταφέρονται στις γεωλογικές διατομές. Η σύνταξη του χάρτη αυτού έχει ιδιαίτερη σημασία στην περίπτωση κατολισθημένων μαζών προκειμένου να προσδιορισθεί η επιφάνεια ολίσθησης ή για τον εντοπισμό του γεωλογικού υποβάθρου.

1.4.3.2 Απαραίτητα στοιχεία για την σύνταξη του χάρτη υπεδαφικών ισουψιών είναι η γεωλογική χαρτογράφηση και η τεχνικογεωλογική αξιολόγηση των ερευνητικών γεωτρήσεων.

1.4.3.3 Η ισοδιάσταση που θα επιλεγεί για την σχεδίαση των υπεδαφικών ισουψιών εξαρτάται συνήθως από την κλίμακα του τοπογραφικού υπόβαθρου.

1.4.3.4 Στην οριζοντιογραφία τα στοιχεία που παρουσιάζονται είναι τα παρακάτω:

- Ερευνητικές γεωτρήσεις, όπου σημειώνονται το βάθος του σχηματισμού από την επιφάνεια και το απόλυτο υψόμετρο της επιφάνειας.
- Απόλυτα υψόμετρα της επαφής στην επιφάνεια.
- Οι υπεδαφικές ισοϋψείς και τα απόλυτα υψόμετρά τους.
- Εφόσον υπάρχουν ρήγματα τα οποία θεωρούνται ότι μετατοπίζουν την επαφή θα πρέπει να σημειώνονται και να διακόπτονται οι υπεδαφικές ισοϋψείς ώστε να δημιουργείται αντίστοιχη μετάπτωση.

### **1.4.4 Χάρτης δανείων υλικών και αποθεσιοθαλάμων**

#### **1.4.4.1 Γενικά – Μεθοδολογία**

1.4.4.1.1 Ο χάρτης αυτός συντάσσεται με σκοπό τον εντοπισμό περιοχών, οι οποίες μπορεί να λειτουργήσουν κατά την φάση κατασκευής του έργου ως δανειοθάλαμοι (για διάφορες χρήσεις στα έργα οδοποιίας) και ως αποθεσιοθάλαμοι.

1.4.4.1.2 Η έρευνα μπορεί να επεκταθεί και σε ζώνη μεγαλύτερη από αυτή της γεωλογικής χαρτογράφησης στην ευρύτερη περιοχή ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου.

1.4.4.1.3 Η κλίμακα σύνταξης του χάρτη αυτού που συντάσσεται στο στάδιο της προμελέτης οδοποιίας είναι 1:5.000 έως 1: 20000 .

1.4.4.1.4 Οι εργασίες για την σύνταξη του χάρτη είναι ενδεικτικά οι παρακάτω: Επέκταση της γεωλογικής χαρτογράφησης (εάν απαιτείται) στα όρια της περιοχής διερεύνησης.

Καταγραφή προϋπαρχουσών θέσεων που έχουν λειτουργήσει ως δανειοθάλαμοι για άλλα τεχνικά έργα καθώς και υφιστάμενων λατομείων αδρανών υλικών, ενεργών και μη.

- Χαρακτηρισμός των γεωλογικών σχηματισμών ως προς την καταλληλότητα τους για την χρήση ως δάνεια υλικά για τα διάφορα έργα οδοποιίας. Ο χαρακτηρισμός αυτός γίνεται κατ' εκτίμηση σύμφωνα με μακροσκοπικά κριτήρια. Επίσης υποβοηθητικό στοιχείο για την επιλογή της θέσης είναι ο χαρακτηρισμός της εκσκαψιμότητας των γεωλογικών σχηματισμών.
- Υπόδειξη περιοχών στις οποίες θα επικεντρωθεί η γεωτεχνική έρευνα προκειμένου να προταθούν για την λειτουργία δανειοθαλάμου, αποθεσιοθαλάμου και λατομείου αδρανών. Θα δίδονται στοιχεία για το ιδιοκτησιακό καθεστώς και το είδος της βλάστησης και καλλιέργειας.
- Φωτογραφική τεκμηρίωση για κάθε θέση.
- Εφόσον ο χάρτης αυτός συντάσσεται μετά την εκτέλεση της γεωτεχνικής έρευνας συμπεριλαμβάνει τα αποτελέσματα και την αξιολόγησή τους, το όριο της χωροθέτησης του δανειοθαλάμου ή του αποθεσιοθαλάμου, του όγκου απόληψης ή απόθεσης υλικών κλπ.

#### **1.4.4.2 Περιεχόμενο χάρτη**

1.4.4.2.1 Με διαφορετικό χρώμα παρουσιάζεται ο χαρακτηρισμός των γεωλογικών σχηματισμών ως προς την καταλληλότητα τους για τις διάφορες χρήσεις:

Ο χαρακτηρισμός γίνεται ανάλογα με το στάδιο προσέγγισης.

1.4.4.2.2 Με διαφορετική διαγράμμιση παρουσιάζεται ο χαρακτηρισμός των γεωλογικών σχηματισμών ως προς την εκσκαψιμότητά τους.

1.4.4.2.3 Θέσεις υφιστάμενων δανειοθαλάμων ή λατομείων σύμφωνα με τα στοιχεία καταγραφής.

1.4.4.2.4 Θέσεις γεωτεχνικής έρευνας που προτείνεται ή που εκτελέσθηκε.

1.4.4.2.5 Στοιχεία ογκομετρήσεων υλικών απόληψης ή απόθεσης.



#### **1.4.4.2.6 Χαρακτηρίζονται οι υπάρχοντες δρόμοι προσπέλασης στις περιοχές των δανειοθαλάμων σε:**

- Ασφαλτοστρωμένους
- Χωματόδρομους καλής βατότητας
- Χωματόδρομους κακής βατότητας.

## **1.5 Βοηθητικοί θεματικοί χάρτες**

### **1.5.1 Υδρολιθολογικός/Υδρογεωλογικός χάρτης**

#### **1.5.1.1 Γενικά - Μεθοδολογία**

1.5.1.1.1 Ο χάρτης αυτός περιλαμβάνει στοιχεία και πληροφορίες για την επίδραση του επιφανειακού και υπόγειου νερού στα τεχνικά έργα.

1.5.1.1.2 Τα αποτελέσματα της υδρογεωλογικής επεξεργασίας που παρουσιάζονται στον χάρτη χρησιμοποιούνται κυρίως από την γεωλογική και γεωτεχνική μελέτη για τον εντοπισμό προβληματικών θέσεων και για τους υπολογισμούς ευστάθειας. Άλλες μελέτες που χρησιμοποιούν τα στοιχεία αυτά είναι η υδραυλική μελέτη, η μελέτη φύτευσης και αρδευτικού δικτύου και η περιβαλλοντική μελέτη.

1.5.1.1.3 Οι απαραίτητες εργασίες υπαίθρου για την σύνταξη του χάρτη γίνονται παράλληλα με τις εργασίες γεωλογικής χαρτογράφησης και απογραφής σημείων εμφάνισης νερού.

1.5.1.1.4 Γίνεται κατηγοριοποίηση των γεωλογικών σχηματισμών, σε υδρολιθολογικές ενότητες. Η κατηγοριοποίηση αυτή θα λαμβάνει υπόψη την διαπερατότητα των σχηματισμών (διαπερατοί, ημιδιαπερατοί, πρακτικά αδιαπέρατοι), το είδος της (πρωτογενής, δευτερογενής), την ανάπτυξη υδροφόρων οριζόντων καθώς και το βάθος συνάντησής τους από την επιφάνεια του εδάφους στις δυσμενέστερες συνθήκες (περίοδος υψηλής στάθμης). Εφόσον έχουν εκτελεσθεί δοκιμές διαπερατότητας σε ερευνητικές γεωτρήσεις αυτές συναξιολογούνται.

#### **1.5.1.2 Περιεχόμενο χάρτη**

Στο χάρτη αυτό παρουσιάζονται ενδεικτικά τα παρακάτω στοιχεία:

**1.5.1.2.1 Οι υδρολιθολογικές ενότητες με διαφορετικό χρώμα.**

**1.5.1.2.2 Όλα τα σημεία εμφάνισης νερού (υδρογεωτρήσεις, πηγάδια, πηγές) που έχουν απογραφεί καθώς και οι ερευνητικές γεωτρήσεις στις οποίες έχει τοποθετηθεί πιεζόμετρο.**

- 1.5.1.2.3 Εφόσον έχουν πραγματοποιηθεί μετρήσεις στάθμης επιλέγεται μια αντιπροσωπευτική περίοδος (προτιμάται η δυσμενέστερη – υγρή περίοδος του υδρολογικού έτους) και αναγράφεται στα σημεία μέτρησης η τιμή και το απόλυτο υψόμετρο της στάθμης.
- 1.5.1.2.4 Εφόσον υπάρχει επαρκής κλίμακος κατά την κρίση του Μελετητή θα σχεδιάζονται ισοπιεζομετρικές καμπύλες του/των υδροφόρου/ων ορίζοντα/ων. Στις ισοπιεζομετρικές καμπύλες θα σημειώνονται επίσης η υδραυλική κλίση, η κίνηση του υπόγειου νερού, οι άξονες αποστράγγισης κλπ.
- 1.5.1.2.5 Θα εντοπίζονται με γραμμοσκίαση οι περιοχές, οι οποίες είναι κορεσμένες σε νερό κατά τους χειμερινούς μήνες (λιμνάζοντα νερά, βαλτώδεις περιοχές).
- 1.5.1.2.6 Από τη μελέτη των χειμάρρων της περιοχής, θα σημειώνονται οι χείμαρροι, οι οποίοι αναμένεται να επηρεάσουν τα τεχνικά έργα. Θα εντοπίζονται οι κατάντη περιοχές τους με γραμμοσκίαση, στις οποίες αναμένεται υψηλή επιφανειακή συγκέντρωση νερού και μεγάλη στερεοπαροχή.
- 1.5.1.2.7 Στο υπόμνημα του χάρτη αναφέρονται για κάθε υδρολιθολογική ενότητα στοιχεία για την επιφανειακή απορροή, την κατείσδυση και τη διαπερατότητα.

## **1.5.2 Χάρτης κλίσεων αναγλύφου και αστάθειας**

### **1.5.2.1 Γενικά – Μεθοδολογία**

- 1.5.2.1.1. Στο χάρτη αυτό αποτυπώνονται οι κλίσεις του αναγλύφου και εντοπίζονται οι χαρακτηριστικές γεωμορφές αυτού, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν τα προβλεπόμενα έργα, καθώς και οι ζώνες αστάθειας του φυσικού αναγλύφου, εκδηλωμένης ή δυνητικής.
- 1.5.2.1.2. Ο χάρτης αυτός σε αναγνωριστικό και οριστικό στάδιο μελέτης αποτελεί σημαντικό βοήθημα προκειμένου να επιλεγεί η βέλτιστη λύση, με βάση τεχνικογεωλογικά κριτήρια.
- 1.5.2.1.3. Για την σύνταξη του χάρτη προαπαιτείται να έχουν ολοκληρωθεί η γεωλογική οριζοντιογραφία, η γεωλογική μηκοτομή και οι γεωλογικές διατομές ( με στοιχεία γεωτρήσεων εάν υπάρχουν ) καθώς και οι άλλοι θεματικοί χάρτες, αν υπάρχουν.

### **1.5.2..2. Περιεχόμενο χάρτη**

- 1.5.2.2.1 Χαρακτηριστικά της μορφολογίας του ανάγλυφου όπως κλίση πρανών, χάσματα, ρωγμές εφελκυσμού, απότομες αλλαγές κλίσης πρανών, παρουσία υβωμάτων και αναβαθμών, επιφάνειες

επιπέδωσης, ανώμαλες εμφανίσεις υποβάθρου. Μορφολογικά στοιχεία των πρανών (κοίλα, κυρτά, απότομα ή αποστρογγυλεμένα, κυματοειδή κτλ).

1.5.2.2.2 Περιοχές έντονης διάβρωσης των γεωλογικών σχηματισμών, σχετικές αποθέσεις και μορφολογικά χαρακτηριστικά (π.χ. καρστικά). Παρουσία κορηματικών και κολλουβιακών υλικών. Περιοχές βαθιάς αποσάθρωσης. Περιοχές με αναμενόμενα έντονα προβλήματα επιφανειακού και υπόγειου νερού όπου θα απαιτηθούν μέτρα αποχέτευσης και αποστάγγισης (χείμαρροι με μεγάλες παροχές και στερεοπαροχές, έλη, εποχιακά λιμνάζοντα νερά κλπ).

1.5.2.2.3 Εκδηλωμένες αστάθειες όπως ερπυσμοί, κατολισθήσεις, λασποροές, καταπτώσεις βράχων. Αστοχίες πρανών. Ενδείξεις διατάραξης των γεωλογικών σχηματισμών, του εδάφους, του υδρογραφικού δικτύου, της φυτοκάλυψης ή των ανθρώπινων κατασκευών (φράχτες, κτίσματα κτλ). Εντοπισμός θέσεων για τις οποίες αξιολογείται ότι υπάρχει επικινδυνότητα εκδήλωσης ασταθειών με την κατασκευή του έργου.

Για την διευκόλυνση της παρουσίασης της αστάθειας του φυσικού ανάγλυφου (εκδηλωμένης ή δυνητικής) μπορούν να διαχωριστούν οι παρακάτω κατηγορίες:

- Εκδηλωμένη αστάθεια (Α). Η κατηγορία αυτή οριοθετεί περιοχές σχετικά πρόσφατων κατολισθημένων μαζών ή περιοχές, όπου οι ενδείξεις για εκδήλωση παλιών κατολισθήσεων είναι σημαντικές.
- Κατηγορία μεγάλης δυνητικής αστάθειας (Δ3). Η κατηγορία αυτή χαρακτηρίζει περιοχές, όπου δημιουργούνται οι γεωλογικές προϋποθέσεις για εκδήλωση κατολίσθησης μεγάλου κατακόρυφου βάθους (> 10 m).
- Περιοχή μέτριας δυνητικής αστάθειας (Δ2). Η κατηγορία αυτή χαρακτηρίζει περιοχές, στις οποίες αφ' ενός δεν αναμένεται συχνή εκδήλωση αστάθειας αφ' ετέρου η αστάθεια εκτιμάται να επηρεάσει μικρό βάθος (< 10 m).
- Περιοχή μικρής δυνητικής αστάθειας (Δ1). Η κατηγορία αυτή χαρακτηρίζει σταθερές περιοχές με μικρή πιθανότητα εκδήλωσης φαινομένων αστάθειας.

## **1.5.3 Τεκτονικός /Νεοτεκτονικός Χάρτης**

### **1.5.3.1 Γενικά – Μεθοδολογία**

- 1.5.3.1.1 Στον χάρτη αυτό κλίμακας 1:10000 ή και μεγαλύτερη αποτυπώνονται όλα τα τεκτονικά στοιχεία σε απόσταση τουλάχιστον 8-10 Km περιμετρικά της περιοχής ενδιαφέροντος.
- 1.5.3.1.2 Ο χάρτης αυτός σε αναγνωριστικό και οριστικό στάδιο μελέτης αποτελεί σημαντικό βοήθημα προκειμένου να επιλεγεί η βέλτιστη λύση, με βάση τεχνικογεωλογικά κριτήρια.
- 1.5.3.1.3 Για την σύνταξη του χάρτη προαπαιτείται να έχουν ολοκληρωθεί η γεωλογική οριζοντιογραφία, η γεωλογική μηκοτομή και οι γεωλογικές διατομές ( με στοιχεία γεωτρήσεων εάν υπάρχουν ) καθώς και οι άλλοι θεματικοί χάρτες αν υπάρχουν.

### **1.5.3.2. Περιεχόμενο χάρτη**

- 1.5.3.2.1 Καταγράφονται διεύθυνση και κλίση στρωμάτων, σχιστότητα, ρηξιγενείς ζώνες και ρήγματα παλαιότερα, νεώτερα, ενεργά, ανενεργά, πιθανώς ενεργά, υπολογισμός αλμάτων, πτυχές, άξονες πτυχών, μεσο-μακροδομές, μεγαδομές.
- 1.5.3.2.2 Γίνεται λεπτομερής τεκτονική ανάλυση της αλπικής και μεταλπικής παραμόρφωσης (γεωμετρική, κινηματική, δυναμική, χρονική ανάλυση)
- 1.5.3.2.3 Γεωμορφολογικά στοιχεία και ιδιαίτερα διαδικασίες μεταβολής αναγλύφου (ζώνες καταπτώσεων, κατολισθήσεων άμεσα συνδεδεμένες ή χωρίς άμεση σύνδεση με τη δραστηριότητα των ρηγμάτων, ερπυσμοί, κώνοι κορημάτων, αναβαθμίδες, επιφάνειες ισοπέδωσης)

## **1.6 Γεωλογική Αποτύπωση Ανοικτής Εκσκαφής.**

- 1.6.1 Η γεωλογική αποτύπωση ανοικτής εκσκαφής συμπεριλαμβάνει την αποτύπωση ερευνητικών ορυγμάτων, υφιστάμενων τεχνητών πρानών και ερευνητικών φρεάτων που γίνονται κατά την φάση των ερευνών καθώς επίσης και ορυγμάτων και εκσκαφών που γίνονται κατά την φάση της κατασκευής του έργου.
- 1.6.2 Ενδεικτικά οι λόγοι για τους οποίους επιλέγεται τέτοιου είδους έρευνα είναι:
  - Η λεπτομερής περιγραφή των γεωλογικών σχηματισμών και των μακροσκοπικών χαρακτηριστικών τους σε περιοχές στις οποίες η εδαφική κάλυψη είναι έντονη.

- Οι επί τόπου δοκιμές και δειγματοληψία για εργαστηριακές δοκιμές αντιπροσωπευτικών δειγμάτων.
- Η διερεύνηση ύπαρξης άλλων παραμέτρων που επηρεάζουν το έργο, όπως υδροφόρου ορίζοντα ή σημαντικών τεκτονικών ασυνεχειών (ρήγμα, ζώνη μυλωνιτίωσης).
- Ο έλεγχος της ευστάθειας .
- Η εκσκαφισιμότητα των σχηματισμών και ο τρόπος εκσκαφής των ορυγμάτων
- Η λήψη μετρήσεων ασυνεχειών για στατιστική επεξεργασία

- 1.6.3 Απαραίτητη προϋπόθεση για την εκτέλεση της εργασίας της γεωλογικής αποτύπωσης ανοιχτής εκσκαφής είναι η γνώση των γεωλογικών συνθηκών της ευρύτερης περιοχής.
- 1.6.4 Εφόσον πρόκειται για γεωλογική αποτύπωση κατά την φάση των ερευνών σημειώνονται όλα τα στοιχεία και οι παρατηρήσεις που αφορούν στον τρόπο εκσκαφής, στην ταχύτητα εκσκαφής, προβλήματα καταπτώσεων κλπ.
- 1.6.5 Μετά την ολοκλήρωση των εκσκαφών μετρώνται αναλυτικά οι διαστάσεις των επιφανειών που θα αποτυπωθούν. Μετριέται το μήκος και το ύψος της εκσκαφής. Εάν η επιφάνεια ή ο πυθμένας της εκσκαφής είναι ανώμαλος, γίνονται μετρήσεις του ύψους σε τέτοια διαστήματα ώστε να σχεδιαστεί η επιφάνεια με αντίστοιχη λεπτομέρεια ανάλογα με την κλίμακα παρουσίασης των σχεδίων.
- 1.6.6 Η κλίμακα του σχεδιασμού καθορίζεται από τις διαστάσεις της εκσκαφής και την απαιτούμενη λεπτομέρεια απεικόνισης των στοιχείων ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του έργου. Συνήθως οι κλίμακες είναι από 1:20 έως 1:200.
- 1.6.7 Οι κεκλιμένες επιφάνειες με κλίσεις από 45° έως κατακόρυφες προβάλλονται σε κατακόρυφο επίπεδο, στο ανάπτυσμα του οποίου γίνεται η χαρτογράφηση. Οι επιφάνειες με κλίση μικρότερη των 45° προβάλλονται σε οριζόντιο επίπεδο.
- 1.6.8 Ανάλογα με την σημασία και την ακρίβεια των στοιχείων που θα απεικονιστούν μπορεί να γίνει ακριβής τοπογραφική αποτύπωση με την κλασσική μεθοδολογία ή με εξειδικευμένη μέθοδο αντίστοιχη της φωτογράφισης.
- 1.6.9 Μετά την απεικόνιση της εκσκαφής γίνεται η γεωλογική αποτύπωση και οριοθέτηση των γεωλογικών σχηματισμών. Τα όρια των γεωλογικών σχηματισμών διακρίνονται σε ορατά ή ασαφή – μεταβατικά.
- 1.6.10 Για κάθε γεωλογική και λιθολογική ενότητα γίνεται αναλυτική μακροσκοπική περιγραφή των χαρακτηριστικών της, όπως λιθολογική

σύσταση, χρώμα, βαθμός αποσάθρωσης, βαθμός κατακερματισμού, σκληρότητα, υφή, δομή, στοιχεία υπόγειου νερού κλπ.

Αποτυπώνονται και δίνονται στοιχεία κλίσης και κατεύθυνσης κλίσης των ασυνεχειών (στρώση, σχιστότητα, διακλάσεις, ρήγματα). Απεικονίζονται με διαφορετικούς συμβολισμούς οι ζώνες κατακερματισμού, μυλωνιτίωσης και διάτμησης. Σημειώνονται στοιχεία σχετικά με τα φυσικά χαρακτηριστικά των ασυνεχειών όπως υλικό πλήρωσης, άνοιγμα, αποσάθρωση, συνθήκες υπόγειου νερού κλπ.

1.6.11 Εκτός από την αποτύπωση των εκσκαφών συντάσσεται πλήρως φωτογραφικό αρχείο με:

- Την γενική άποψη της εκσκαφής
- Επικαλυπτόμενη σειρά φωτογραφιών στις οποίες αποτυπώνεται η πλήρης καταγραφή της εκσκαφής.
- Λεπτομέρειες από την λιθολογική σύσταση και δομή των σχηματισμών.
- Χαρακτηριστικές εικόνες κατά την εκσκαφή.

Η θέση λήψης των φωτογραφιών σημειώνεται στο γεωλογικό ανάπτυγμα.

## **1.7 Μετρήσεις – Καταγραφές Στοιχείων Γεωμαζών – Ταξινομήσεις**

### **1.7.1 Τεκτονικά διαγράμματα – Δυνητικές ολισθήσεις**

Στην μελέτη και κατασκευή τεχνικών έργων, η πληρέστερη γνώση της φύσης και κατάστασης των ασυνεχειών, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα εκτίμησης της ευστάθειας και συνεπώς του σχεδιασμού του έργου. Η γνώση αυτή αποκτάται με συστηματική μηχανική περιγραφή των ασυνεχειών που γίνεται με ειδικά επιλεγμένες παραμέτρους, οι σπουδαιότερες των οποίων (ISRM, Suggested Methods) είναι οι πιο κάτω :

α) είδος (διάκλαση, στρώση, ρήγμα, σχιστότητα), β) προσανατολισμός (φορά μέγιστης κλίσης, κλίση), γ) συνέχεια ( ορατό μήκος), δ) άνοιγμα (κενό μεταξύ παρειών), ε) τραχύτητα, στ) παρουσία και φύση υλικού πλήρωσης, ζ) νερό, η) απόσταση. Η περιγραφή γίνεται σύμφωνα με τον Πίνακα της ISRM και παρουσιάζεται με την προαναφερόμενη σειρά στο φύλλο καταγραφής.

Στα φύλλα καταγραφής και μηχανικής περιγραφής ασυνεχειών, αναγράφεται ο τίτλος του έργου, η θέση της μικροτεκτονικής ανάλυσης και το έργο (όρυγμα, βάθρο γέφυρας, στόμιο σήραγγας), η χιλιομετρική θέση και ο γεωλογικός σχηματισμός.

Ο αριθμός των μετρήσεων σε κάθε θέση μικροτεκτονικής ανάλυσης δεν μπορεί να είναι μικρότερος των 60 που μπορεί να συμβεί μόνο σε θέσεις όπου ο βραχώδης σχηματισμός έχει περιορισμένη επιφανειακή εμφάνιση.

Η επιλογή των θέσεων των μετρήσεων γίνεται με βάση τις απαιτήσεις του σχεδιαζόμενου έργου και πρέπει να γίνεται προσπάθεια οι θέσεις των μετρήσεων να είναι στις πλησιέστερες δυνατές θέσεις από τον προβλεπόμενο έργο.

Οι πόλοι των επιπέδων ασυνέχειας, προβάλλονται σε ισοεμβαδικό δίκτυο στερεογραφικής προβολής (δίκτυο Schmidt) και συντάσσονται τα ακόλουθα διαγράμματα :

- Διάγραμμα προβολής πόλων ασυνεχειών
- Διάγραμμα στατιστικής επεξεργασίας πόλων ασυνεχειών
- Διάγραμμα δυνητικών ολισθήσεων, όπου παρουσιάζονται τα κύρια επίπεδα ασυνεχειών, το επίπεδο του πρηνούς και η γωνία εσωτερικής τριβής (με βάση εργαστηριακά ή βιλιογραφικά δεδομένα)

Σε κάθε διάγραμμα αναγράφονται τα στοιχεία για τη θέση του όπως και στους πίνακες μετρήσεων ασυνεχειών.

Οι πίνακες καταγραφής και τα διαγράμματα προβολής πόλων και στατιστικής επεξεργασίας παρουσιάζονται σε παράρτημα ενώ το διάγραμμα δυνητικών ολισθήσεων παρουσιάζεται και σχολιάζεται στη γεωλογική μελέτη με τη μορφή πίνακα δυνητικών ολισθήσεων που συντάσσεται σύμφωνα με τους : Hoek and Bray (1977), Rock Slope Engineering.

## **1.7.2 Ταξινομήσεις Βραχώμαζας**

### **1.7.2.1 Γενικά**

1.7.2.1.1 Τα συστήματα βαθμονόμησης που περιγράφονται είναι τα διεθνώς παραδεκτά ( RMR, GSI, Q). Κατά περίπτωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλα τα οποία δεν περιλαμβάνονται στις παρούσες Οδηγίες ή συνδυασμός των ανωτέρω.

1.7.2.1.2 Τα συστήματα αυτά θα πρέπει να θεωρηθούν βοηθητικά και δεν αντικαθιστούν την εμπειρία και την παρακολούθηση της συμπεριφοράς της βραχώμαζας κατά την κατασκευή του έργου.

### **1.7.2.2 Περιγραφή Ταξινομήσεων**

1.7.2.2.1 Σύστημα βαθμονόμησης βραχώμαζας (RMR: ROCK MASS RATING). Αυτό το σύστημα έχει δημιουργηθεί από τον Bieniawski (1973) και προσαρμόστηκε Bieniawski (1989), ώστε να συμβαδίζει με διεθνή πρότυπα και διαδικασίες και εφαρμόζεται σε σήραγγες, πρηνή, θεμελιώσεις κ.τ.λ.,

1.7.2.2.2 Το Q System ή το σύστημα βαθμονόμησης του Νορβηγικού Ινστιτούτου (NGI). Το σύστημα αυτό δημιουργήθηκε από τον Barton, Lien και Lunde (1974) και εφαρμόζεται κυρίως σε σήραγγες και υπόγειους θαλάμους.

1.7.2.2.3 Δείκτης γεωλογικής αντοχής (GSI: Geological Strength Index). Αυτή η μεθοδολογία διατυπώθηκε από τον E. Hoek (1995) και διαδοχικές βελτιώσεις έγιναν από Hoek E., Kaiser K. and Bawden

WR. (1995), Hoek E., Marinos P., Benissi M (1998) και Marinos P., Hoek E. (2001) κατά την οποία έγινε προσαρμογή για ετερογενείς βραχώμαζες, όπως ο φλύσχης. Αυτή η κατάταξη βραχώμαζας προσδιορίζει την απομείωση της αντοχής για διαφορετικές γεωλογικές συνθήκες. Εφαρμόζεται κυρίως σε πρηνή και υπόγεια έργα..

## **1.8 Μετρήσεις-Καταγραφές Στοιχείων Υπόγειου Νερού -Υδρογεωλογική Επεξεργασία**

1.8.1 Η καταγραφή των σημείων εμφάνισης νερού γίνεται στην ευρύτερη περιοχή του έργου σε έκταση ικανή κατά την κρίση του Μελετητή, ώστε να διαμορφωθεί η εικόνα της κίνησης του υπόγειου νερού και να προσδιορισθούν οι επιπτώσεις στα σχεδιαζόμενα έργα.

1.8.2 Σε κάθε σημείο εμφάνισης νερού θα δίδεται ένας μοναδιαίος κωδικός. Επίσης θα δίδεται διαφορετικός συμβολισμός ανάλογα με το είδος του σημείου (πηγές, υδρογεωτρήσεις, πηγάδια). Ο προσδιορισμός της θέσης του σημείου προτείνεται να γίνεται με την χρήση GPS.

1.8.3 Τα στοιχεία που θα καταγράφονται είναι ενδεικτικά τα παρακάτω:

Γενικά πληροφοριακά στοιχεία όπως τοποθεσία, συντεταγμένες, ιδιοκτησιακό καθεστώς, κλπ.

- Τεχνικά στοιχεία όπως βάθος – διάμετρος διάτρησης – σωλήνωσης, τοποθέτηση αντλίας κλπ εφόσον πρόκειται για υδρογεώτρηση ή πηγάδι και τρόπος υδρομάστευσης εφόσον πρόκειται για πηγή.
- Υδραυλικά στοιχεία από μετρήσεις ή πληροφορίες όπως στάθμη, παροχή, διακύμανσή τους, αποτελέσματα δοκιμαστικών αντλήσεων κλπ.
- Στοιχεία χρήσης.
- Γεωλογικά στοιχεία όπως τομή υδρογεώτρησης ή πηγαδιού, υδροφορέας, τύπος – μορφή – συνθήκες λειτουργίας πηγής κλπ.
- Γενικές παρατηρήσεις.

1.8.4 Οι μετρήσεις στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα πραγματοποιούνται στις ερευνητικές γεωτρήσεις που είναι εφοδιασμένες με πιεζόμετρο, στα πηγάδια καθώς επίσης, εάν αυτό είναι δυνατό, στις υδρογεωτρήσεις.

1.8.5 Οι μετρήσεις στάθμης πραγματοποιούνται με σταθμήμετρο.



- 1.8.6 Οι μετρήσεις παροχής πηγών πραγματοποιούνται σε θέσεις, όπου δεν υφίστανται πάσης φύσης διαρροές (π.χ. διαμόρφωση εξόδου κλπ).
- 1.8.7 Οι μετρήσεις παροχής πραγματοποιούνται είτε με κυβόμετρο, είτε με μιλίσκο.
- 1.8.8 Κατά τη φάση της οριστικής μελέτης πραγματοποιούνται τουλάχιστον δύο σειρές μετρήσεων:

1. Κατά την φάση απογραφής και
2. τουλάχιστον 4 μήνες μετά προκειμένου να δοθούν στοιχεία για διακύμανση.

## **1.9 Μετρήσεις– Καταγραφές Στοιχείων Γεωερευνητικών Εργασιών**

- 1.9.1 Η καταγραφή στοιχείων γεωερευνητικών εργασιών περιλαμβάνει τις ερευνητικές γεωτρήσεις, φρέατα, ορύγματα, στοές, διασκοπήσεις με διατρητικό φορείο, γεωφυσικές διασκοπήσεις κλπ. Καταγράφονται όλες οι γεωερευνητικές εργασίες που έχουν πραγματοποιηθεί είτε κατά το παρελθόν για άλλες μελέτες, είτε κατά την διάρκεια της παρούσας μελέτης του έργου.
- 1.9.2 Σε κάθε σημείο γεωερευνητικής εργασίας δίδεται ένας μοναδιαίος κωδικός. Επίσης θα δίδεται διαφορετικός συμβολισμός προκειμένου για ερευνητικές γεωτρήσεις ανάλογα με την τοποθέτηση οργάνων (π.χ. αποκλισιόμετρο, πιεζόμετρο). Στον χάρτη θα διαχωρίζονται εμφανώς (π.χ. με χρώμα) οι γεωερευνητικές εργασίες που πραγματοποιήθηκαν κατά την παρούσα μελέτη, η θέση των οποίων θα δίδεται μετά από τοπογραφική αποτύπωση.
- 1.9.3 Τα στοιχεία που θα καταγράφονται είναι ενδεικτικά τα παρακάτω:
- Γενικά πληροφοριακά στοιχεία όπως φορέας και χρόνος εκτέλεσης, συντεταγμένες κλπ.
  - Λιθολογική – Γεωτεχνική περιγραφή, αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών και η τεχνικογεωλογική αξιολόγηση.
  - Τοποθέτηση οργάνων.
  - Πίνακας όλων των μετρήσεων στάθμης για το ίδιο σημείο και ημερομηνία μέτρησης.
  - Γενικές παρατηρήσεις.

## **1.10 Καταγραφές Υφιστάμενων Πραγμάτων**

- 1.10.1 Η καταγραφή υφιστάμενων πραγμάτων γίνεται προκειμένου να αντληθούν πληροφορίες σε χαρακτηριστικές θέσεις από την ευρύτερη περιοχή του

έργου για την ευστάθεια των υφιστάμενων τεχνητών πρανών σε αντίστοιχους γεωλογικούς σχηματισμούς στους οποίους θα διανοιχθούν ορύγματα κατά την κατασκευή του έργου.

- 1.10.2 Καταγράφεται ικανός αριθμός θέσεων (μέγιστο 10) για κάθε γεωλογικό σχηματισμό εντός του οποίου θα υπάρξουν σημαντικού ύψους ορύγματα (δηλ. άνω των 5 ~ 7 m). Σημειώνεται ότι θα προτιμηθούν πρανή με διαφορετικά ύψη καθώς και πρανή με μερική ή ολική εκδηλωμένη αστάθεια.
- 1.10.3 Ο εντοπισμός τέτοιων τεχνητών πρανών μπορεί να γίνει σε ευρύτερη περιοχή και απομακρυσμένες σχετικά με την χάραξη θέσεις, αρκεί η γεωλογική περιγραφή του σχηματισμού να συμπίπτει με τους σχηματισμούς της μελετούμενης περιοχής.
- 1.10.4 Σε κάθε θέση καταγραφής υφιστάμενου πρανούς θα δίδεται ένας μοναδιαίος κωδικός. Ο προσδιορισμός της θέσης προτείνεται να γίνεται με την χρήση GPS.
- 1.10.5 Τα στοιχεία, τα οποία θα καταγράφονται σε ειδικό καταγραφικό δελτίο, είναι ενδεικτικά τα παρακάτω:
  - Θέση πρανούς (x, ψ).
  - Αρ. χάρτη απογραφής.
  - Μέγιστο ύψος ορύγματος.
  - Κλίση ορύγματος (σημειώνεται εάν υπάρχουν μπαγγίνες).
  - Γεωμετρία ορύγματος (ευθύγραμμο, καμπύλο).
  - Χρόνος κατασκευής - (αν δεν υπάρχουν στοιχεία, πρόσφατο - παλαιό).
  - Τρόπος εκσκαφής.
- Με μηχανικά μέσα (προσδιορισμός αν υπάρχουν στοιχεία του τύπου του μηχανήματος)
- Με εκρηκτικά (προσδιορισμός της μεθόδου)
  - Γεωλογικός σχηματισμός.
  - Λιθολογία (περιγραφή)
  - Νερό – Υγρασία, Παρατηρούμενη εμφάνιση υδροφόρου ορίζοντα. Αναμενόμενη κίνηση νερού.
  - Ύπαρξη αστοχίας (περιορισμένη, ολική).
  - Μορφή αστοχίας (περιγραφή).
  - Βραχώδη πρανή (με ασυνέχειες).
- Κύρια επίπεδα ασυνεχειών.

- Τομή επιπέδων.
  - Ευκολία στην αποσάθρωση (μικρή, μέτρια, μεγάλη, ιδιαίτερη μεγάλη).
  - Βαθμός αποσάθρωσης (περιγραφή)
  - Πυκνότητα βλάστησης στο όρυγμα (πυκνή, μέτρια, αραιή).
  - Είδος βλάστησης (περιγραφή).
  - Φωτογραφία πρανούς (όψη).
  - Εγκάρσια γεωλογική τομή πρανούς (Υπό κλίμακα 1:100 ή 1:200 ανάλογα με το ύψος. Θα συνοδεύεται από περιγραφή των λιθολογικών σχηματισμών - Υπόμνημα. Σημειώνεται εάν παρατηρείται υπόγειο νερό και η διαπερατότητα των σχηματισμών). Η γεωλογική τομή σχεδιάζεται με επί τόπου μέτρηση του ύψους και της κλίσης του πρανούς.
  - Γενικές παρατηρήσεις.
- 1.10.6 Μετά την καταγραφή και την τεχνικογεωλογική αξιολόγηση των στοιχείων σε σχέση με τα προβλεπόμενα ορύγματα της χάραξης, γίνεται σε συνεργασία με τους μελετητές της ομάδας, η επιλογή των κρίσιμων εγκάρσιων γεωλογικών τομών, στις οποίες θα γίνουν οι κατάλληλοι γεωτεχνικοί υπολογισμοί.
- 1.10.7 Το σύνολο των ανωτέρω εργασιών αποτελούν την μελέτη υφισταμένων πρανών.

## **1.11 Δανειοθάλαμοι - Αποθεσιοθάλαμοι - Λατομεία**

Η έρευνα – μελέτη Δανειοθαλάμων – Αποθεσιοθαλάμων – Λατομείων μπορεί να παρουσιάζεται σε ξεχωριστό τεύχος και περιλαμβάνει ενδεικτικά τα ακόλουθα.

- 1.11.1 Για τους δανειοθάλαμους δίδονται το είδος των υλικών, η εκτίμηση εκσκαψιμότητας, η επιφανειακή τους ανάπτυξη (εμβαδόν), το μέγιστο και ελάχιστο πάχος, ο όγκος των αποθεμάτων, οι συνθήκες προσπέλασης, η απόσταση από το έργο, κλπ.
- 1.11.2 Για τους αποθεσιοθαλάμους δίδονται εκτιμήσεις σχετικά με τις συνθήκες ευστάθειας, της εκδήλωσης και της δίαιτας των υπόγειων υδάτων (πηγές), την παρεμπόδιση των επιφανειακών απορροών, κλπ. Ιδιαίτερη μνεία γίνεται για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των παραπάνω προτεινόμενων εργασιών.
- 1.11.3 Για τα λατομεία δίδονται στοιχεία σχετικά με το είδος του πετρώματος, τη φυσική του κατάσταση, την εκσκαψιμότητά του, το πάχος των ακατάλληλων υπερκείμενων, τον όγκο των αποθεμάτων, τις συνθήκες μετώπου (μικροτεκτονικές αναλύσεις για τη μελέτη της ευστάθειάς του), την απόσταση από το έργο, τις συνθήκες προσπέλασης, την ύπαρξη

υπόγειων ή επιφανειακών νερών, τη χρήση γης, ιδιοκτησιακό καθεστώς, κλπ. Μετά από πρόταση του μελετητή και έγκριση της Υπηρεσίας συντάσσονται γεωλογικές τομές και γίνονται μικροτεκτονικές αναλύσεις, προσδιορισμός δυνητικών ολισθήσεων και ταξινομήσεις βραχομάζας στα λατομεία καθώς και απογραφή των σημείων εμφάνισης νερού.

1.11.4 Η έκθεση συνοδεύεται από τον χάρτη δανειών υλικών (βλ παρ. 1.4.4).

## **1.12 Ειδικές γεωλογικές έρευνες**

### **1.12.1 Γεωφυσικές έρευνες**

Για τον προσδιορισμό του βάθους των διαφόρων στρωμάτων του εδάφους χρησιμοποιούνται οι γεωφυσικές μέθοδοι που αναφέρονται στη συνέχεια.

#### **1.12.1.1 Ειδική Ηλεκτρική Αντίσταση**

Ο σκοπός της γεωηλεκτρικής μεθόδου είναι να μετρηθεί στην επιφάνεια της Γης η διαφορά δυναμικού που προκαλείται από την εισαγωγή ηλεκτρικού ρεύματος μέσα στη Γη. Η μετρούμενη διαφορά δυναμικού αντικατοπτρίζει την δυσκολία με την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει μέσα στο υπέδαφος, δίνοντας έτσι μια ένδειξη για την ηλεκτρική αντίσταση του εδάφους.

Στη μέθοδο της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης, ηλεκτρικό ρεύμα εισάγεται στο έδαφος, μέσω δύο ηλεκτροδίων ρεύματος και η διαφορά δυναμικού που προκύπτει, μετράται μεταξύ δύο άλλων ηλεκτροδίων.

Η πιο διαδεδομένη διάταξη στην ηλεκτρική διασκόπηση, είναι η διάταξη Schlumberger. Τέσσερα ηλεκτρόδια A, M, N, B, δύο ρεύματος (A, B) και δύο δυναμικού (M, N), τοποθετούνται κατά μήκος μιας ευθείας γραμμής έτσι ώστε  $AB \approx 5 MN$ .

Η μετρούμενη ειδική ηλεκτρική αντίσταση  $\rho$  είναι μια σύνθετη συνάρτηση και εξαρτάται από αρκετές μεταβλητές, όπως είναι η γεωμετρία της διάταξης, οι πραγματικές τιμές της  $\rho$ , πάχη και κλίσεις στρωμάτων, καθώς και η ανισοτροπία του μέσου.

Εφόσον διαφορετικοί γεωλογικοί σχηματισμοί παρουσιάζουν και διαφορετικές ηλεκτρικές αντιστάσεις η γνώση της ηλεκτρικής δομής του υπεδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εύρεση της γεωλογικής δομής και δομών ενδιαφέροντος.

Η ειδική ηλεκτρική αντίσταση ως ιδιότητα εξαρτάται επίσης από την περιεκτικότητα σε νερό, καθώς και από την παρουσία ασυνεχειών (ρήγματα, διακλάσεις) στην υπό μελέτη περιοχή. Αυτό το γεγονός την καθιστά ευμετάβλητη: δυο ίδιοι γεωλογικοί σχηματισμοί μπορούν να παρουσιάζουν κάτω από διαφορετικές συνθήκες διαφορετικές τιμές ηλεκτρικής αντίστασης. Επομένως ο ακριβής γεωλογικός χαρακτηρισμός των υπαρχόντων υπεδάφωων γεωηλεκτρικών σχηματισμών μπορεί να γίνει με ακρίβεια μόνον εφόσον υπάρχουν εκ των προτέρων πληροφορίες για το τη γεωλογία της περιοχής (γεωλογικοί χάρτες, γεωτρήσεις, ανοικτές γεωλογικές τομές).

Όλες οι μετρούμενες  $\rho$  προβαλλόμενες σε δισλογαριθμικό χαρτί, δίνουν την καμπύλη  $\rho_a = f(AB/2)$ , σκοπός δε της ερμηνείας της ως άνω καμπύλης, είναι να μεταφραστεί σε μια πραγματική συνάρτηση των αληθών τιμών της  $\rho$  με το βάθος.

Το βάθος μέχρι το οποίο μπορεί να “δει” μια μέτρηση ρυθμίζεται από τις αποστάσεις των ηλεκτροδίων: όσο μεγαλώνει η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων τόσο αυξάνει και το βάθος της διασκόπησης (το βάθος στο οποίο “βλέπουμε”).

### **1.12.1.2 Γεωραντάρ (GPR= Ground Penetrating Radar)**

Είναι ηλεκτρομαγνητική τεχνική που χρησιμοποιείται για την χαρτογράφηση των στρωμάτων σε εδάφη και πετρώματα και για τον εντοπισμό υπόγειων δομών βάσει των διαφορών των ηλεκτρικών ιδιοτήτων των υλικών.

Η μέθοδος στηρίζεται στην εκπομπή υψηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας στο υπέδαφος και στην αναγραφή των επιστρεφόμενων κυμάτων. Η διάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας στο έδαφος εξαρτάται από τις ηλεκτρικές ιδιότητές του, δηλαδή την διηλεκτρική σταθερά και την αγωγιμότητα. Για την ακρίβεια, η μέθοδος στηρίζεται κυρίως στην αναγραφή των ανακλωμένων κυμάτων σε επιφάνειες που χωρίζουν μέσα με διαφορετικές ηλεκτρικές ιδιότητες.

Η βασική αρχή λειτουργίας της μεθόδου GPR (γεωραντάρ) είναι όμοια της σεισμικής ανάκλασης. Ένας ηλεκτρομαγνητικός παλμός υψηλής συχνότητας (10-10000 MHz) μικρής διάρκειας παράγεται και διοχετεύεται στο έδαφος. Το σήμα (παλμός) διαχέεται στα υλικά που συνιστούν το υπέδαφος και επηρεάζεται από τις ιδιότητες των περιβαλλόντων υλικών. Μέρος της ενέργειας του παλμού ανακλάται στην διαχωριστική επιφάνεια υλικών διαφορετικών ιδιοτήτων και καταγράφεται σε έναν δέκτη στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ η υπολειπόμενη ενέργεια του παλμού διοχετεύεται σε βαθύτερα επίπεδα.

Ο χρόνος μεταξύ του εκπεμπόμενου και λαμβανόμενου σήματος εξαρτάται από την ταχύτητα διάδοσης κατά μήκος της διαδρομής που αυτό ακολούθησε. Για να υπολογιστεί η απόσταση (βάθος) ενός ανακλαστήρα είναι αναγκαία να ευρεθεί η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων του ραντάρ διαμέσου των υλικών του υπεδάφους. Στα περισσότερα γεωλογικά υλικά κυρίως η αγωγιμότητα και η διηλεκτρική σταθερά (σχετική διαπερατότητα) επηρεάζει τον παλμό. Μεταβολές της μαγνητικής διαπερατότητας είναι συνήθως απειροελάχιστες και ως εκ τούτου μη σημαντικές.

Η απορρόφηση του σήματος εξαρτάται κυρίως από την συχνότητα της κεραίας, την αγωγιμότητα και την διηλεκτρική σταθερά.

Το μέγιστο βάθος για το οποίο μας δίνει πληροφορίες το GPR εξαρτάται κυρίως από την απορρόφηση των ηλεκτρομαγνητικών (HM) κυμάτων. Η απορρόφηση αυξάνει με την συχνότητα και κατά συνέπεια όσο χαμηλότερη συχνότητα χρησιμοποιείται τόσο βαθύτερα βλέπει η μέθοδος. Πρέπει όμως να παίρνει κανείς υπ’όψη του ότι η διακριτική ικανότητα, αντιθέτως, μειώνεται με την αύξηση της συχνότητας.

Συστήματα G.P.R. που λειτουργούν σε εύρος 25-50 Mhz μπορεί να διερευνήσουν βάθη που υπερβαίνουν τα 50 μέτρα σε εδάφη με χαμηλά αγωγιμότητα (μικρότερη από 1ns/m) όπως άμμος, χαλίκι, πετρώματα και με γλυκό νερό.

Εφαρμογές περιλαμβάνουν χαρτογράφηση του βάθους του υποβάθρου, ανίχνευση αλλαγών της σύστασης των πετρωμάτων, εντοπισμός ρωγμών υποβάθρου, καθορισμός ενστρώσεων του εδάφους, εντοπισμός φυσικών και τεχνητών εγκοίλων, καθώς και εντοπισμός του φρεάτιου ορίζοντα σε αδρομερή εδάφη. Ιδιαίτερη χρήση γίνεται στην Αρχαιολογία με σκοπό τον εντοπισμό θαμμένων αρχαιοτήτων.

Οι καταγραφές Radar (ραδιογράμματα) τοποθετούνται η μία δίπλα στην άλλη κατ' αναλογία με τις σεισμικές αναγραφές. Δημιουργείται έτσι μία τομή η οποία προσομοιάζει την αληθινή ηλεκτρική τομή του υπεδάφους, δηλαδή της αποτύπωσης των ηλεκτρικών ιδιοτήτων του με το βάθος.

### **1.12.1.3 Σεισμική διάθλαση**

Η σεισμική διάθλαση θεωρείται σήμερα ως μια εύχρηστη και σύντομη μέθοδος στην εφαρμογή της, χωρίς περίπλοκη επεξεργασία των δεδομένων, η οποία χρησιμοποιείται κυρίως για τον υπολογισμό του βάθους του βραχώδους υποβάθρου, το χαρακτηρισμό των ενδιάμεσων εδαφικών σχηματισμών, τον προσδιορισμό των μέτρων των δυναμικών ιδιοτήτων τους και τον εντοπισμό διαφόρων δομών.

Η χρήση της μεθόδου περιορίζεται στην ενδεικτική απεικόνιση μιας γεωφυσικής τομής, συνήθως μεγάλης κλίμακας, και συνοδεύεται από άλλες γεωφυσικές διασκοπήσεις. Ο λόγος που δεν επαρκεί για την λεπτομερή διερεύνηση των εδαφικών σχηματισμών είναι ότι παρουσιάζει πλήθος περιορισμών καθώς το φυσικό έδαφος εμφανίζει μεγάλη ποικιλομορφία στην δομή του (ανώμαλη κατανομή των σεισμικών ταχυτήτων με το βάθος).

Η αρχή της μεθόδου, βασίζεται στον πειραματικό προσδιορισμό των χρόνων διαδρομής των απευθείας επιμήκων κυμάτων και των επιμήκων κυμάτων διάθλασης και στην χρησιμοποίησή, κατόπιν των καμπύλων χρόνων διαδρομής των κυμάτων αυτών, για τον καθορισμό των ταχυτήτων των επιμήκων κυμάτων στο πάνω μέρος του φλοιού με θεωρητικές σχέσεις.

Ετσι παράγονται στην επιφάνεια του εδάφους τεχνητά σεισμικά κύματα με την βοήθεια μιάς τεχνητής πηγής (πίπτων βάρος, πρόσκρουση σφύρας στο έδαφος κτλ.), τα οποία ταξιδεύουν μέσα στο έδαφος και καταγράφονται στην επιφάνεια από ειδικά σεισμόμετρα (γεώφωνα), η λειτουργία των οποίων στηρίζεται στην μετατροπή της σεισμικής ενέργειας σε ηλεκτρομαγνητικό παλμό.

Με την δημιουργία των τεχνητών αυτών δονήσεων παράγονται απευθείας σεισμικά κύματα τα οποία και καταγράφονται πρώτα στα γεώφωνα, διαθλώμενα σεισμικά κύματα, ανακλώμενα κύματα και σε ιδιαίτερες περιπτώσεις περιθλώμενα σεισμικά κύματα.

Η δομή μπορεί να βρεθεί τόσο με την ανάλυση των καταγραφών των P κυμάτων όσο και με την ανάλυση των S κυμάτων ξεχωριστά, όπου υπάρχουν τέτοιες καταγραφές.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα της επεξεργασίας και ερμηνείας των καταγραφών για κάθε μια σεισμική τομή χωριστά, καθώς επίσης προσδιορίζεται και ο λόγος Poisson για κάθε μια τομή.

### 1.12.2 Πετρογραφικές αναλύσεις

Οι πετρογραφικές αναλύσεις γίνονται για να προσδιορισθούν τα χαρακτηριστικά ορυκτά και να δοθεί η ακριβής ονομασία του πετρώματος (ειδικά των ηφαιστειακών, πλουτώνιων και μεταμορφωμένων). Επίσης περιγράφονται στοιχεία όπως : επί της εκατό παρουσία κάθε ορυκτού, υπάρχουσες εξαλλοιώσεις, τύπος επαφής μεταξύ των κόκκων και μέγεθος αυτών, συνδετικό υλικό.

### 1.12.3 Ορυκτολογικές αναλύσεις

Οι ορυκτολογικές αναλύσεις γίνονται σε χαλαρά υλικά για τον προσδιορισμό των ορυκτών και κύρια για τη διερεύνηση ύπαρξης διογκούμενων υλικών όπως αργιλικών ορυκτών, κρυστάλων ανυδρίτη.

### 1.12.4 Χημικές αναλύσεις νερού

Σε δείγματα υπογείων νερών θα προσδιορίζεται το ποσοστό των οργανικών ή και ανόργανων ουσιών που περιέχονται σε αυτά, σύμφωνα με την προδιαγραφή DIN 4030.

Τυπικά θα προσδιορίζονται αναλυτικά τουλάχιστον οι ακόλουθες παράμετροι:

- Αγωγιμότητα (μhos/cm, 25°)
- Τιμή pH
- CO<sub>2</sub> (ποσοστό σε mg/l)
- NH<sub>4</sub> (ποσοστό σε mg/l)
- HCO<sub>3</sub> (ποσοστό σε mg/l)
- SO<sub>2</sub> και SO<sub>4</sub> (ποσοστό σε mg/l)
- CL<sub>2</sub> (ποσοστό σε mg/l)
- Ca (ποσοστό σε mg/l)
- Mg (ποσοστό σε mg/l)
- Ολική σκληρότητα (αναφέρεται η εκλογή του σχετικού βαθμού)
- Μόνιμη σκληρότητα (αναφέρεται η εκλογή του σχετικού βαθμού)
- Προσωρινή σκληρότητα (αναφέρεται η εκλογή του σχετικού βαθμού)

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων θα χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο πιθανότητας προσβολής του σκυροδέματος από το νερό.

Επίσης δυναμικά μπορεί να γίνει έλεγχος των υπόγειων νερών για νερό ανάμιξης και συντήρησης σκυροδέματος, σύμφωνα με το Σχέδιο Ελληνικού Προτύπου, ΕΛΟΤ 345.

Για τον έλεγχο αυτό απαραίτητος είναι ο προσδιορισμός των παρακάτω παραμέτρων:

- Ολική οξύτητα, εκφρασμένη σε CaCO<sub>3</sub>(μετρούμενη ως προς δείκτη φαινολοφθαλείνη)
- Ολική αλκαλικότητα, εκφρασμένη σε CaCO<sub>2</sub> (μετρούμενη ως προς δείκτη ηλιανθίνη)

- Ανόργανα στερεά
- Οργανικά στερεά
- Θεϊκά άλατα εκφρασμένα σε  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , είτε σταθμικά, είτε ογκομετρικά σύμφωνα με τις γενικές μεθόδους χημείας
- Χλωριούχα άλατα εκφρασμένα σε  $\text{NaCl}$ , δια τιτλοδοτήσεως με  $\text{AgNO}_3$
- Λιπαρές και σακχαρώδεις ουσίες. Βασίζεται στην αναγωγική ικανότητα των σακχάρων σύμφωνα με τις γενικές μεθόδους της χημείας.

### 1.12.5 Ιχνηθετήσεις

- Στις περιοχές κατασκευής οδικών αξόνων λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η ύπαρξη νερού διότι η μεταβολή της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και η μεταβολή της περιεχόμενης φυσικής υγρασίας καθορίζουν και τις συνθήκες ευστάθειας και ασφάλειας του έργου.
- Στις περιπτώσεις που λόγω γεωλογικών και τεκτονικών συνθηκών η κίνηση του υπόγειου νερού δεν είναι προφανής, πρέπει να χρησιμοποιούνται οι ενδεδειγμένες κάθε φορά μέθοδοι για την παρακολούθηση και εξακρίβωση της ροής των νερών.

### 1.12.6 Σεισμοτεκτονική έρευνα

- 1.12.6.1 Οι ισχυροί επιφανειακοί σεισμοί συνδέονται άμεσα με την ανάδραση προϋπαρχόντων ρηγμάτων (ή σπανιότερα με την δημιουργία νέων), τα οποία σε αρκετές περιπτώσεις συνοδεύονται από εδαφικές διαρρήξεις. Κατά μήκος των ρηξιγενών αυτών ζωνών συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό των καταστροφών, οι οποίες οφείλονται τόσο στην αυξημένη ένταση της εδαφικής κίνησης κοντά στα ρήγματα, όσο και στις εδαφικές παραμορφώσεις και τα συνοδά δευτερογενή φαινόμενα.
- 1.12.6.2 Για την αξιολόγηση των ρηγμάτων και τον προσδιορισμό της ενεργότητάς τους ακολουθούνται διάφοροι κανόνες και συστήματα από ερευνητές και αρμόδιους οργανισμούς ως εξής:

Ο σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:500.000 (έκδοση ΙΓΜΕ) διακρίνει τα ρήγματα δράσαντα σε:

- Ιστορικούς χρόνους
- Μεσο Πλειστόκαινο έως Ολό καινο
- Πλειόκαινο έως Κατώτερο Πλειστόκαινο
- Παλαιότερα, απροσδιόριστης ηλικίας και άγνωστης δράσης

Το ρήγμα π.χ. Αρκίτσας – Αγ. Κων/νου –Καμ. Βούρλων ταξινομείται στο διάστημα Μέσο Πλειστόκαινο – Ολό καινο, όπως και αυτό της Κακιάς Σκάλας



Ο Νεοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας κλίμακας 1:100.000(έκδοση ΟΑΣΠ),διακρίνει τα ρήγματα στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Σεισμικά
- Ενεργά
- Πιθανά ενεργά
- Ανενεργά

Στον ΝΕΑΚ (ΕΑΚ) τα ενεργά ρήγματα αναφέρονται ως σεισμικά ενεργά ρήγματα.

**Σεισμικά** χαρακτηρίζονται τα ρήγματα για τα οποία έχουμε στοιχεία ότι συνδέονται με συγκεκριμένους σεισμούς.

**Ενεργά** Χαρακτηρίζονται τα ρήγματα που έχουν δραστηριοποιηθεί από το Ανώτερο Πλειστόκαινο μέχρι σήμερα.

**Πιθανά ενεργά** Χαρακτηρίζονται τα ρήγματα που έδρασαν από το Ανώτερο Πλειόκαινο μέχρι το Ανώτερο Πλειστόκαινο.

**Ανενεργά** Χαρακτηρίζονται τα ρήγματα που δεν έχουν δραστηριοποιηθεί μετά το Κατώτερο Πλειόκαινο.

Στο σχέδιο συστάσεων για σύνταξη μικροζωνικών μελετών του ΟΑΣΠ προτείνεται η παρακάτω ταξινόμηση των ρηγμάτων, ανάλογα με το μέγεθός τους και τη σύνδεσή τους με σεισμική δραστηριότητα.

**Σεισμικά** (που σχετίζονται άμεσα με κάποιο σεισμό σύμφωνα με σύγχρονα ή ιστορικά δεδομένα).

**Ενεργά** (που σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά τους είναι ικανά να δώσουν ένα σεισμό).

**Δυνητικά ενεργά** ( για τα οποία υπάρχει πιθανότητα μελλοντικής ενεργοποίησης)

**Αγνωστης δραστηριότητας** (για τα οποία δεν φαίνεται πιθανότητα ενεργοποίησης, λείπουν τα κατάλληλα κριτήρια αξιολόγησής τους)

1.12.6.3 Ο ορισμός του ενεργού ρήγματος σύμφωνα με ερευνητές και αρμόδιους Οργανισμούς έχει ως εξής:

- Το ρήγμα έχει παρουσιάσει κίνηση τουλάχιστον μία φορά κατά τα τελευταία 10.000 χρόνια (Wallace, 1986), ή 35.000 χρόνια (U.S.Army Corps of Engineers)
- Το ρήγμα έχει παρουσιάσει κίνηση τουλάχιστον δύο φορές τα τελευταία 500.000 χρόνια(U.S.Nuclear Regulatory Commision και για τον Ελληνικό χώρο Mercier et al.,1978)
- Κίνηση από το Ανώτερο Πλειστόκαινο έως σήμερα (ΟΑΣΠ)

- Το ρήγμα έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά (Διεθνής Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας και Gluff, 1973):

- 1 έχει επιφανειακή διάρρηξη με ιστορικό ή σύγχρονο σεισμό ( στην περίπτωση αυτή ονομάζεται και σεισμικό ρήγμα)
- 2 μετακινεί πρόσφατους γεωλογικούς σχηματισμούς
- 3 εμφανίζει κατά θέσεις κατοπτρικές επιφάνειες που δεν έχουν διαβρωθεί
- 4 εμφανίζει χαρακτηριστικούς κρημούς
- 5 στη βάση του αναπτύσσονται πλευρικά κορήματα
- 6 εμφανίζει χαρακτηριστικές γεωμορφολογικές δομές
- 7 έχει άλλα τεκμήρια κίνησης κατά το πρόσφατο Τεταρτογενές
- 8 έχει σεισμική ολίσθηση (γεωδαιτικές ή άλλες ενδείξεις)
- 9 συνδέεται με σεισμικά επίκεντρα ή ευθυγράμμιση μικροσεισμών
- 10 έχει δομική σχέση με άλλο γνωστό ενεργό ρήγμα
- 11 συνδέεται με πρόσφατη ηφαιστειότητα ή θερμές πηγές
- 12 οι τεκτονικές τάσεις που ευθύνονται για την τελευταία ανάδρασή του είναι ίδιες με τις τάσεις που δίνουν οι μηχανισμοί γένεσης των σεισμών στην περιοχή.

1.12.6.4 Η έρευνα σχετικά με το σεισμοτεκτονικό καθεστώς μιας περιοχής στο πλαίσιο εκπόνησης μελετών σεισμικής επικινδυνότητας είναι τελείως απαραίτητη και περιλαμβάνει τα εξής:

- Σύνταξη γεωλογικού –νεοτεκτονικού χάρτη της ευρείας περιοχής κατασκευής του έργου (με βάση κυρίως βιβλιογραφικά δεδομένα αλλά και επί τόπου παρατηρήσεις) για τη θεώρηση και παρουσίαση των γεωλογικών ενοτήτων που δομούν την περιοχή και των κυριότερων δομών( επωθήσεις, λεπιώσεις, ρήγματα) που την επηρεάζουν.
- Προσδιορισμός του είδους και του εύρους τυχόν κατακόρυφων κινήσεων κυρίως στην περίπτωση που το έργο αφορά παραθαλάσσια περιοχή.
- Χαρτογράφηση των πρόσφατων τεκτονικών δομών στην περιοχή ενδιαφέροντος, χαρακτηρισμός των ενεργών ρηγμάτων, προσδιορισμός των γεωμετρικών και δυναμικών τους χαρακτηριστικών καθώς και του

πεδίου των τάσεων με το οποίο συνδέεται η δράση τους. Στο στάδιο αυτό σημαντικός είναι ο ρόλος της τηλεπισκόπησης, όπως περιγράφεται προηγούμενα.

- Σε θέσεις με γεωμορφολογικές ή άλλες ενδείξεις μεγάλων ρηγμάτων τα οποία δεν εμφανίζουν επιφανειακό ίχνος, ενδείκνυται η πραγματοποίηση γεωφυσικής διασκόπησης για την επιβεβαίωσή τους.
- Όταν διαπιστώνεται άμεση γεινίαση ενός οικισμού ή τεχνικού έργου με ενεργό ρήγμα (γεγονός που αποτελεί τον πιο κρίσιμο παράγοντα για την σεισμική επικινδυνότητα) απαιτείται λεπτομερέστερη μελέτη του συγκεκριμένου ρήγματος. Αυτή περιλαμβάνει την αναζήτηση ιστορικών στοιχείων για τη δραστηριότητά του σε παλαιότερους σεισμούς καθώς και επί τόπου εργασίες με την εξόρυξη ερευνητικών τάφρων εγκάρσιων στη ζώνη του ρήγματος, με τη βοήθεια των οποίων, παρατηρώντας τις διαδοχικές μετακινήσεις χαρακτηριστικών γεωλογικών οριζόντων, παίρνουμε στοιχεία για την ιστορία της κινηματικής του.
- Ενδιαφέροντα στοιχεία για το ρυθμό ολίσθησης του ρήγματος δίνει επίσης και η πραγματοποίηση γεωδαιτικών μετρήσεων η οποία όμως απαιτεί μακροχρόνια παρακολούθηση.
- Αξιολόγηση των χαρτών ισοσειστών καμπυλών και ερμηνεία της ανάπτυξης των σεισμικών εντάσεων που έχουν καταγραφεί σε παλαιότερους σεισμούς της ίδιας περιοχής με σκοπό την εκτίμηση των ιδιαίτερων παραγόντων που συνδέονται με τη συγκεκριμένη αζιμουθιακή κατανομή των μεγαλύτερων καταστροφών.
- Πραγματοποίηση επί τόπου μετρήσεων των τάσεων σε περιοχές προβληματικές (περίπλοκη σεισμοτεκτονική εικόνα ή έλλειψη των απαραίτητων μικροτεκτονικών ενδείξεων και δεδομένων) για τον προσδιορισμό δυνητικής μελλοντικής ανάδρασης των υπάρχοντων ρηγμάτων.

## **2 Προδιαγραφές γεωτεχνικών ερευνών**

### **2.1 Γεωτρητικές εργασίες**

#### **2.1.1 Γενικά**

Οι γεωτρήσεις θα γίνονται για τη διερεύνηση και τον χαρακτηρισμό των βασικών γεωλογικών ενοτήτων που καθορίζονται κατά τη γεωλογική μελέτη ένα έργο. Οι γεωτρήσεις γενικά γίνονται για τους ακόλουθους σκοπούς :

Προσδιορισμό ειδικής στρωματογραφίας και δομής των γεωλογικών ενοτήτων

- Λήψη δειγμάτων για τον προσδιορισμό μηχανικών ιδιοτήτων
- Λήψη δειγμάτων για δοκιμές κατάταξης
- Λήψη στοιχείων για τα υπόγεια νερά
- Εκτέλεση επί τόπου δοκιμών
- Εγκατάσταση οργάνων
- Διερεύνηση δεδομένων θεμελίωσης σε υπάρχουσες κατασκευές (π.χ. σταθμών θεμελίωσης).

#### **2.1.2 Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις**

Οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις θα εκτελούνται σύμφωνα με τις ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές του ΥΠΕΧΩΔΕ Ε101-83, ΦΕΚ 363/Β/24-6-83.

Οι δειγματοληπτικές γεωτρήσεις θα εκτελούνται με περιστροφικό γεωτρύπανο και συνεχή δειγματοληψία. Όταν χρησιμοποιείται νερό διάτρησης αυτό πρέπει να είναι καθαρό χωρίς πρόσμιξη μπετονίτη ή άλλων ουσιών που μπορεί να μεταβάλλουν τη φύση ή την αντοχή των δειγμάτων. Το νερό δεν πρέπει να κυκλοφορεί μεταξύ των τοιχωμάτων του δειγματολήπτη και του δείγματος αλλά να εκβάλλει από κατάλληλες τρύπες στην άκρη του κοπτικού.

(i) Δειγματοληψία

(α) Στους γαιώδεις σχηματισμούς η συνεχής δειγματοληψία θα διακόπτεται μόνο για τη λήψη αδιατάρακτων δειγμάτων και την εκτέλεση δοκιμών SPT. Αδιατάρακτα δείγματα θα παίρνονται σε όλα τα μαλακά συνεκτικά στρώματα (με ενδεικτικό αριθμό κρούσεων NSPT £ 16) με χρήση δειγματολήπτη λεπτού τοιχώματος τύπου Shelby ή εμβολοφόρων (piston sampler) που λαμβάνονται με απλή πίεση. Σε σκληρότερα εδάφη μπορεί να χρησιμοποιηθεί δειγματολήπτης τύπου Denisson, φραγμός ή άλλες μέθοδοι. Σε χαλαρά αμμώδη εδάφη, όταν το αδιατάρακτο δείγμα δεν συγκρατείται στους δειγματολήπτες αυτούς, θα χρησιμοποιούνται δειγματολήπτες κατάλληλου τύπου (με ελατήριο, με καλαθάκι, με κλαπέτο, τριπλή καροταρία τύπου Mazier κλπ.) ή άλλες μέθοδοι (π.χ. φραγμός με διακοπή της κυκλοφορίας του νερού κλπ.).

Το ποσοστό δειγματοληψίας δεν πρέπει να είναι κατώτερο του 90% του μήκους διατρήσεως με εξαίρεση στρώσεις καθαρής άμμου ή αμμοχάλικου ή χαλίκων ή κροκαλών κλπ. όπου η

δειγματοληψία είναι δύσκολη και το ποσοστό της μπορεί να περιοριστεί μέχρι 70%. Στην περίπτωση αυτή συνιστάται η χρήση διαιρετού διπλού δειγματολήπτη.

(β) Στους βραχώδεις σχηματισμούς η ποιότητα της δειγματοληψίας θα εξασφαλίζεται με τη χρήση αδαμάντινης στεφάνης. Το ποσοστό της δειγματοληψίας δεν μπορεί να είναι κατώτερο του 95%, με εξαίρεση τους κερματισμένους σκληρούς βράχους, όπου το ποσοστό αυτό μπορεί να περιοριστεί μέχρι 70%. Στους σχηματισμούς αυτούς θα προσδιορίζεται το ποσοστό πυρηνοληψίας επί του μήκους διατήσεως, ο δείκτης ποιότητας βράχου (R.Q.D.), ο αριθμός των διακλάσεων ανά μέτρο, η κλίση των διακλάσεων ή των επιφανειών διάστροφης και ο βαθμός κερματισμού και αποσάθρωσης με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η κατάταξη του υλικού σε κάποιο δόκιμο σύστημα ταξινόμησης της βραχομάζας.

Σε βραχώδεις σχηματισμούς και στα σκληρά εδάφη για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή απόδοση κατά τη λήψη του δείγματος, θα χρησιμοποιθούν γενικά πυρηνολήπτες διπλών ή τριπλών τοιχωμάτων (double ή triple tube core barrels). Σε ασταθή βραχομάζα, σε ασθενείς βράχους ή σε εναλλαγές σκληρών και μαλακών στρώσεων, μπορεί να κριθεί απαραίτητη η χρησιμοποίηση διαιρετού δειγματολήπτη (split barrel) και ειδικής αδαμαντοκορώνας βραδείας προχώρησης βαθμιδωτού τύπου (stepped corebits) που εξασφαλίζει συνεχή αδιατάρακτη δειγματοληψία με ποσοστό πυρηνοληψίας που υπερβαίνει το 95%.

(γ) Η ελάχιστη διάμετρος δείγματος θα είναι 62mm.

(δ) Όλα τα δείγματα κάθε γεώτρησης μετά τη λήψη τους, θα τοποθετούνται κατά σειρά λήψης μέσα σε κατάλληλα κιβώτια, κατά τρόπο που να εξασφαλίζεται η αδιατάρακτη μεταφορά τους. Διαταραγμένα δείγματα που λήφθηκαν από τα χαλαρά στρώματα κοντά στην επιφάνεια, πριν ακόμα τοποθετηθούν μέσα σε κιβώτια, θα τοποθετούνται σε πλαστικά σακουλάκια με κατάλληλη σήμανση. Μεταξύ των καρótων (πυρηνοληψιών) θα παρεμβάλλεται ξύλινος τάκος πάνω στον οποίο θα γράφεται καθαρά το βάθος. Σε κάθε κιβώτιο αναγράφεται ο τίτλος του έργου, η γεώτρηση, η αρχή και το τέλος των περιεχομένων των καρótων, ο αύξοντας αριθμός του κιβωτίου και ο συνολικός αριθμός των κιβωτίων της αντίστοιχης γεώτρησης.

Τα αδιατάρακτα δείγματα θα πρέπει να παραφινώνονται ή να προστατεύονται κατάλληλα, ώστε να μην υπάρχει η δυνατότητα μεταβολής της φυσικής τους υγρασίας, να συσκευάζονται προσεκτικά, χωρίς απότομες κινήσεις και να μεταφέρονται με προσωπικό που έχει γνώση για την ευαισθησία των υλικών που μεταφέρονται.

(ii) Φωτογράφιση των δειγμάτων

Πριν από την αφαίρεση των δοκιμίων που προορίζονται για εργαστηριακές εξετάσεις, τα δείγματα θα φωτογραφίζονται κατά τρόπο ώστε να είναι ευκρινώς ορατά τόσο τα εδαφικά είδη, όσο και τα στοιχεία του έργου (γεώτρηση, αριθμός κιβωτίου, βάθος κλπ.). Τυπικό χρωματολόγιο θεωρείται απαραίτητο και θα πρέπει να φαίνεται στο περιθώριο της εικόνας για χρωματολογική σύγκριση και κλίμακα. Ανάλογες φωτογραφίες θα παίρνονται και από τα δείγματα φρεάτων και ορυγμάτων, όταν δεν καλύπτονται από τη φωτογράφιση της τομής. Οι έγχρωμες φωτογραφίες των δειγμάτων θα συνοδεύουν την έκθεση παρουσίασης των αποτελεσμάτων της έρευνας.

(iii) Φύλαξη των δειγμάτων

(α) Μέχρι την έναρξη των εργαστηριακών δοκιμών, τα δείγματα θα πρέπει να φυλάσσονται σε χώρους αποθήκευσης χωρίς υπερβολική υγρασία ή μεγάλη θερμοκρασία και οπωσδήποτε όχι στο ύπαιθρο, ενώ τα αδιατάρακτα δείγματα, εφόσον προβλέπεται μεγάλος χρόνος αποθήκευσης, να φυλάσσονται σε θάλαμο με κατάλληλες συνθήκες.

(β) Μετά το πέρας της γεωτεχνικής έρευνας τα δείγματα θα επιστρέφονται στον κύριο του έργου, ο οποίος κρίνει για το χρόνο και τον τόπο διατήρησής τους. Η διατήρηση των δειγμάτων είναι χρήσιμη για τυχόν συμπληρωματικές εργαστηριακές δοκιμές ή για επανέλεγχο ή ακόμη σε μεταγενέστερο χρόνο για άμεση εποπτεία της εδαφικής στήλης πέρα από τις περιγραφές.

### **2.1.3 Διασκοπήσεις με διατρητικό φορείο (Διατρήσεις με Wagon Drill)**

(α) Οι διατρήσεις αυτές θα γίνονται γενικά στην ευρύτερη περιοχή θεμελίωσης των βάθρων των γεφυρών, των σημαντικών οχετών και των τοίχων αντιστήριξης, για τον εντοπισμό χαλαρών στρώσεων, των μεγάλων ασυνεχειών και των εγκοίλων ή της απότομης μεταβολής της στάθμης της οροφής του βραχώδους υπόβαθρου (περιοχή ρηγμάτων κλπ.).

(β) Κατά τη διάρκεια της διάτρησης θα πρέπει να παρακολουθείται η ταχύτητα διάτρησης των πετρωμάτων και να γίνεται συσχετισμός των αποτελεσμάτων με τα στοιχεία των γεωτρήσεων και των γεωλογικών παρατηρήσεων.

### **2.1.4 Γεωτρήσεις Auger**

Εκτελούνται σύμφωνα με τις ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές του ΥΠΕΧΩΔΕ Ε101-83.

(i) Οι γεωτρήσεις αυτές θα παρέχουν διαταραγμένα δείγματα κατάλληλα για τον προσδιορισμό του εδαφικού τύπου, των ορίων Atterberg και άλλων ιδιοτήτων κατάταξης αλλά γενικά παρέχουν περιορισμένη πληροφόρηση σχετικά με την στρωματογραφία του υπεδάφους, τη συνέχεια ή την ευαισθησία.

(ii) Χρησιμοποιούνται κατά τις προκαταρκτικές εδαφικές διερευνήσεις του εδαφικού τύπου, την εκβάθυνση οπών για άλλες μεθόδους δειγματοληψίας και τον προσδιορισμό του βάθους συνάντησης του υποβάθρου.

## 2.1.5 Καταστροφικές γεωτρήσεις μεγάλης διαμέτρου

(i) Γεωτρήσεις διαμέτρου 60 cm ή και μεγαλύτερης μπορούν να επιτρέπουν την άμεση εξέταση των τοιχωμάτων και τη λήψη αδιατάρακτων δειγμάτων υψηλής ποιότητας.

(ii) Χρησιμοποιούνται για την αποκάλυψη λεπτομερειών όπως λεπτές ασθενείς στρώσεις ή παλαιά επίπεδα διάτμησης που δεν μπορούν να ανιχνευθούν με τη συνεχή διαταραγμένη δειγματοληψία.

## 2.1.6 Μέτρηση κλίσης γεωτρήσεων

Η μέτρηση της απόκλισης των γεωτρήσεων από την κατακόρυφο ή τη σχεδιασθείσα κλίση, απαιτείται ώστε να είναι δυνατός ο προσδιορισμός της κλίσης των επιπέδων των στρώσεων.

Για να μετρηθεί η απόκλιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε αναγνωρισμένη μέθοδος όπως :

α. Η μέθοδος της φιάλης υδροφθωρικού οξέος (ERCH-TUBE).

β. Η μέθοδος της φιάλης με άλατα χαλκού.

γ. Μηχανικά κλισιόμετρα.

δ. Ηλεκτροχημικά κλισιόμετρα (π.χ. SPERRY - SUNWELL - SURVEYING).

ε. Μέθοδος φωτοκαθετόμετρου.

Μέχρι βάθους 100 m η μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική παρέκκλιση θα είναι 2% του αντίστοιχου βάθους διάτμησης, στην περίπτωση κατακόρυφων γεωτρήσεων, και 5% στην περίπτωση κεκλιμένων γεωτρήσεων. Για βάθη μεγαλύτερα από 100 m, το επιτρεπόμενο όριο συνολικής παρέκκλισης, αυξάνεται σε αναλογία με το πραγματικό βάθος μετά τα 100 m.

## 2.1.7 Όργανα παρακολούθησης

Μετά την ολοκλήρωση της διάτμησης, οι γεωτρήσεις είναι δυνατόν να εξοπλισθούν με κατάλληλα γεωτεχνικά όργανα για την παρακολούθηση διαφόρων κρίσιμων εδαφοτεχνικών παραμέτρων τόσο κατά το στάδιο της μελέτης και κατασκευής όσο και μετά την κατασκευή. Τα κυριώτερα από τα όργανα αυτά θα περιλαμβάνουν (όχι περιοριστικά) :

(i) Πιεζόμετρα

Τα πιεζόμετρα αποτελούνται από κατάλληλους πιεζομετρικούς σωλήνες που τοποθετούνται παράλληλα με ειδική πλήρωση της ανοιχτής οπής.

Περιλαμβάνουν τους ακόλουθους τύπους :

**Απλά πιεζόμετρα:** Αποτελούνται από πλαστικούς (σπανιότερα μεταλλικούς) διάτρητους και μη πιεζομετρικούς σωλήνες, τυπικής διαμέτρου 50 mm μέσα από οπή πληρωμένη με «πλυμένη» χονδρόκοκκη άμμο ή λεπτά χαλίκια και παρέχουν μετρήσεις της στάθμης του υπόγειου φρεάτιου ορίζοντα της περιοχής. Τοποθετούνται σύμφωνα με την προδιαγραφή BS 5930: 1981 par. 20.2.3.

**Πιεζόμετρα προώδους άκρου ή Casagrande :** Τα πιεζόμετρα του τύπου αυτού αποτελούνται από πορώδες άκρο το οποίο εμβαπτίζεται μέσα σε ένα αμμώδη απομονωμένο

θύλακα με πάχος τυπικά 1,0 – 1,5 m. Έτσι το όργανο ανταποκρίνεται μόνο σε υδραυλικές πιέσεις γύρω από το πορώδες άκρο και όχι σε πιέσεις που οφείλονται από περιβάλλουσες υπεδαφικές στρώσεις σε άλλα βάθη. Τοποθετούνται σύμφωνα με την προδιαγραφή BS 5930: 1981 par. 20.2.3.

**Υδραυλικά πιεζόμετρα διπλού σωλήνα :** Τα πιεζόμετρα αυτά αποτελούνται από ένα πορώδες φίλτρο που συνδέεται σε δύο πλαστικούς σωλήνες με ένα μετρητή πίεσης Bourdon σε κάθε άκρη τους και η χρήση τους περιορίζεται στη θεμελίωση και στις επιχώσεις χωμάτων φραγμάτων. Η πλήρωση της οπής γίνεται όπως στα πιεζόμετρα ανοικτού τύπου (Προδιαγραφή BS 5930 : 81 παρ. 20.2.4.).

Ειδικοί πρόσθετοι τύποι πιεζομέτρων αναφέρονται σε πνευματικά πιεζόμετρα (Προδιαγραφή BS 5930 : 81 παρ. 20.2.6.), πιεζόμετρα διαφράγματος (Προδιαγραφή BS 5930 : 81 παρ. 20.2.5.), τα πιεζόμετρα ηλεκτρικής αντίστασης κ.ά.

#### (ii) Εκτασιόμετρα

Χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της μεταβολής της απόστασης μεταξύ δύο ή παραπάνω σημείων κατά μήκος του άξονα μιας γεώτρησης και ως εκ τούτου της απόλυτης παραμόρφωσης.

#### (iii) Αποκλισιόμετρα

Χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της παραμόρφωσης και των εδαφικών τοπικών και αθροιστικών μετακινήσεων κατά τον άξονα ενός σωλήνα οδηγού με τη χρήση βολίδας που εισάγονται στη σωλήνωση και καταγράφει γωνίες απόκλισης της κεντρικής στήλης από το θεωρητικό κατακόρυφο επίπεδο.

## 2.1.8 Τεκμηρίωση γεωτρητικών εργασιών

#### (i) Περιγραφή και χαρακτηρισμός δειγμάτων

(α) Ο χαρακτηρισμός των δειγμάτων θα περιλαμβάνει την μακροσκοπική εργοταξιακή περιγραφή και τον τελικό χαρακτηρισμό με βάση τα διαθέσιμα εργαστηριακά, γεωλογικά, ορυκτολογικά κλπ. στοιχεία.

Σε όλες τις περιγραφές και τους χαρακτηρισμούς εδαφικών δειγμάτων θα πρέπει να ακολουθείται ένα αναγνωρισμένο κύριο σύστημα κατάταξης, όπως ενδεικτικά αναφέρεται το ενιαίο σύστημα κατάταξης (American Unified Soil Classification System).

(β) Στην αρχή θα δίνεται μια περιγραφή που θα γίνεται στο εργοτάξιο και θα στηρίζεται σε οπτική εξέταση και απλές εμπειρικές δοκιμές πεδίου. Στην εργοταξιακή περιγραφή θα πρέπει να παρέχονται στοιχεία σχετικά με τη φυσική κατάσταση, το χρώμα και τη μηχανική συμπεριφορά κάθε δείγματος.

Η οπτική περιγραφή των δειγμάτων βραχωδών σχηματισμών θα περιλαμβάνει όλα τα χαρακτηριστικά και ειδικότερα αυτά που επηρεάζουν τις μηχανικές ιδιότητες του πετρώματος στο αντίστοιχο στρώμα.

Η οπτική περιγραφή μπορεί να γίνει με απλά και εύκολα μέσα (μεγεθυντικός φακός, γεωλογικό σφυρί, αραιωμένο HCl κλπ.) και ειδικότερα πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:



- (1) Γεωλογικά και στρωματογραφικά χαρακτηριστικά.
- (2) Πετρογραφικά και ορυκτολογικά χαρακτηριστικά.
- (3) Γεωμετρικά στοιχεία και ιδιότητες επιφανειών ασυνέχειας (στρώση, σχιστότητα, διακλάσεις, ρηγματώσεις κ.α.).
- (4) Τυχόν ενδείξεις επιπέδων διάτμησης, γραμμών προστριβής ή τεκτονικής ρηγματώσεως.
- (5) Μακροσκοπικά χαρακτηριστικά όπου αυτό είναι δυνατόν όπως
  - Χρώμα
  - Ιστός - Υφή
  - Δομή (σχήμα κόκκων, μέγεθος, διαβάθμιση, προσανατολισμός, ορυκτολογική σύσταση).
- (6) Βαθμός εξαλλοίωσης ή αποσάθρωσης.
- (7) Σκληρότητα και αντοχή (π.χ. θραύεται μόνο με ισχυρή κρούση σφύρας, σκληρό σαν οπτόπλινθος, θρυμματίζεται με σύνθλιψη μεταξύ των δακτύλων κλπ).
- (8) Ποσοστό πυρηνοληψίας και κατάλληλη αιτιολόγηση στις περιπτώσεις που το ποσοστό είναι χαμηλό.
- (9) Μέτρηση δείκτη ποιότητας πετρώματος RQD στους βραχώδεις σχηματισμούς.

Είναι σημαντικό, η περιγραφή που δίνεται κάθε φορά, να παρουσιάζει όχι μόνο τα χαρακτηριστικά των δειγμάτων, αλλά κυρίως τα χαρακτηριστικά των στρωμάτων στην πραγματική τους κατάσταση. Για το λόγο αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της τεχνικής που χρησιμοποιήθηκε για τη γεώτρηση και η κατάσταση του εξοπλισμού (δειγματολήπτης, στεφάνη κλπ), ιδιαίτερα στην περίπτωση μαλακών πετρωμάτων που εύκολα αποσυντίθενται ή ρηγματώνονται.

(γ) Η περιγραφή θα επαληθεύεται στη συνέχεια και θα διορθώνεται, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των εργαστηριακών δοκιμών, ώστε να αποτελέσει τον τελικό χαρακτηρισμό των δειγμάτων του εδάφους ή του πετρώματος.

(ii) Τομές γεωτρήσεων (logs)

Τα διαγράμματα των γεωτρήσεων θα συντάσσονται σε κλίμακα κατά κανόνα 1:100 και θα περιλαμβάνουν τα ακόλουθα στοιχεία :

- 1) Τίτλο έργου, τύπο μηχανήματος και κοπτικών εργαλείων
- 2) Θέση σημείου γεώτρησης οριζοντιογραφικά (συντεταγμένες) και υψομετρικά και αριθμό γεώτρησης
- 3) Ημερομηνία έναρξης και περάτωσης της γεώτρησης και κρατούσες καιρικές συνθήκες
- 4) Συναντώμενα υλικά (φύση και στάθμη αυτών)
- 5) Στάθμη αλλαγής σύστασης υλικών (με σχετικό και απόλυτο υψόμετρο)

- 6) Θέσεις και σήμανση ληφθέντων διαταραγμένων και αδιαταράκτων δειγμάτων
- 7) Αριθμό κρούσεων δοκιμής SPT και διεισδύσεων ανά βήμα 15 εκ. του πρότυπου δειγματολήπτη, το βάθος αρχής και τέλους της δοκιμής, τον τύπο, το βάρος και το ύψος ελεύθερης πτώσης της σφύρας και τον τρόπο επενέργειάς της (π.χ. ελεύθερη πτώση).
- 8) Θέσεις δειγματοληψίας πυρήνων, ποσοστό πυρήνος που απολαμβάνεται κάθε φορά και αριθμό τεμαχίων που τα απαρτίζουν, το RQD και η συχνότητα ρηγματώσεων.
- 9) Πλήρη μακροσκοπική περιγραφή κάθε δείγματος, όπως τούτο προαναφέρθηκε.
- 10) Περιγραφή των ασυνεχειών (Φύση, προσανατολισμός, συχνότητα, τραχύτητα κλπ.).
- 11) Στάθμη υπόγειου ορίζοντα όταν συναντηθεί για πρώτη φορά και μεταβολές της στάθμης κατά τη διάρκεια της γεώτρησης και οπωσδήποτε καθημερινά με την έναρξη και τη λήξη της εργασίας.
- 12) Εισροές ή διαρροές υπόγειων υδάτων όπου αυτές παρατηρούνται.
- 13) Απώλεια ύδατος γεώτρησης (ολική ή ποσοστό μερικής απώλειας) καθώς και τυχόν μεταβολές πίεσης του ύδατος σε εναλλαγές στρωμάτων στα αντίστοιχα βάθη επανόδου του ύδατος.
- 14) Αποτελέσματα δοκιμών διαπερατότητας (τιμές του συντελεστή διαπερατότητας) στα αντίστοιχα βάθη.
- 15) Ταχύτητα διάτρησης, τύπος στεφάνης, αριθμός στροφών ανά λεπτό, πίεση πάνω στη στεφάνη και πίεση ύδατος αντίστοιχα.
- 16) Τα διαγράμματα των δοκιμών εισπίεσης στα αντίστοιχα βάθη (παροχή/πίεση/χρόνος).
- 17) Οποιαδήποτε παρατήρηση σχετική με τη συμπεριφορά της διατρητικής στήλης (απότομες πτώσεις, αντίσταση στην περιστροφή, είδος θορύβου διάτρησης κλπ.).
  - Οποιαδήποτε παρατήρηση σχετική με διακοπές και είδη βλαβών καθώς και οποιαδήποτε άλλη πληροφορία χρήσιμη για την πληρέστερη και σαφέστερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων.
  - Αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών
- 18) Ονοματεπώνυμο και υπογραφή του υπεύθυνου για την εκτέλεση της γεώτρησης.

## **2.2 Ερευνητικά φρέατα και ορύγματα**

.(i) Τα ερευνητικά φρέατα και τα ορύγματα διανοίγονται με μηχανικά μέσα ενώ η δειγματοληψία (διαταραγμένα ή αδιατάρακτα δείγματα) γίνεται χειρωνακτικά. Απαραίτητη θεωρείται η φωτογράφιση των παρειών καθώς και των υλικών εκσκαφής.

(ii) Κάθε ερευνητικό φρέαρ ή ορύγμα τεκμηριώνεται με διάγραμμα χαρτογράφηση όλων των παρειών κλίμακας 1:100 που περιλαμβάνει όλες τις εδαφικές στρώσεις με μακροσκοπικές περιγραφές.

Ειδικότερα αναγράφονται τα ακόλουθα :

- Τίτλος έργου, ημερομηνία
- Αριθμός φρέατος ή ορύγματος
- Συντεταγμένες ή χιλιομετρική θέση και υψόμετρο επιφάνειας εδάφους
- Πάχος φυτικών γαιών
- Βάθος σε κάθε αλλαγή στρώσεως
- Περιγραφή κάθε συναντώμενης στρώσης με αναφορά στην πυκνότητα ή συνεκτικότητα εάν πρόκειται για κοκκώδη ή χαλαρά εδάφη αντίστοιχα
- Στάθμη φρεάτιου ορίζοντα
- Τελικό βάθος
- Δειγματοληψία (βάθος, πλήθος, είδος και ονομασία, κωδικός δείγματος)

(ii) Μέσα στα φρέατα μπορεί να εκτελεσθούν επιτόπου δοκιμές, όπως:

1. Δοκιμή επί τόπου πυκνότητας
2. Δοκιμή μικρού πενετρομέτρου (Pocket penetrometer)
3. Δοκιμή μικρού πτερυγίου
4. Δοκιμαστικές αντλήσεις
5. Δοκιμή CBR
6. Δοκιμαστική φόρτιση πλάκας

## **2.3 Ερευνητικές στοές**

(i) Διανοίγονται για τον καλύτερο προσδιορισμό των ιδιοτήτων των σχηματισμών και τον έλεγχο του τρόπου προσομοίωσης για τη μελέτη προσωρινής και οριστικής επένδυσης σήραγγας.

(ii) Επιτρέπουν την εκτέλεση δοκιμών μεγάλης κλίμακας σε χαρακτηριστικές θέσεις του αδιατάρακτου πετρώματος. Ως ελάχιστες διαστάσεις της διατομής διάνοιξης, καθαρές μετά την υποστήριξη λαμβάνεται πλάτος 1,50 m και ύψος 2,00 m. Στις θέσεις των δοκιμών κατασκευάζονται πλευρικές διευρύνσεις (θάλαμοι) σε διαστάσεις που καθορίζονται από το είδος της δοκιμής και τα χρησιμοποιούμενα μέσα.

(iii) Κάθε ερευνητική στοά τεκμηριώνεται με τη σχεδίαση διατομών σε κάθε στάση και αναπτυγμάτων παρειών κλίμακας τουλάχιστον 1:100 που περιλαμβάνει :

- Τίτλος έργου, ημερομηνία
- Αριθμός ερευνητικής στοάς
- Λιθολογική περιγραφή συναντώμενων σχηματισμών
- Είδος και γεωμετρικά χαρακτηριστικά επιφανειών ασυνέχειας, όπως διακλάσεις, ρηγματώσεις, ρήγματα και ζώνες διάτμησης
- Αριθμοί και χιλιομετρικές θέσεις στάσεων

- Τοιχεία συμπεριφοράς υπόγειων υδάτων

## 2.4 Επιφανειακές δειγματοληψίες

Εκτελούνται σε διανοίξεις με χειρωνακτικά μέσα και χρησιμοποιούνται κυρίως για τη λήψη επιφανειακών αδιαταράκτων δειγμάτων καθώς και πυρήνων βράχων με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού (π.χ. καρотиέρα).

## 2.5 Δοκιμαστικά πεδία

(i) Κατασκευάζονται για τον πειραματικό προσδιορισμό του βέλτιστου τρόπου συμπύκνωσης και την εξακρίβωση της καταλληλότητας μηχανημάτων και μεθόδων. Προσδιορίζεται το πάχος της στρώσης, ο αριθμός διελεύσεων των συμπυκνωτών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, η ποσότητα του νερού διαβροχής και η επιτυγχανόμενη πυκνότητα (βαθμός συμπύκνωσης). Ο ελάχιστος αριθμός στρώσεων είναι τέσσερις (4) και ως ελάχιστες διαστάσεις κάτοψης στην ανώτερη στάθμη στέψης ορίζονται οι εξής:

- Πλάτος μεγαλύτερο του  $3B$
- Μήκος μεγαλύτερο του  $(8\div 10)*L$

όπου  $B$  και  $L$  είναι το πλάτος και το μήκος του χρησιμοποιούμενου συμπυκνωτή.

(ii) Δοκιμαστικά επιχώματα είναι επίσης δυνατόν να κατασκευάζονται κατά το στάδιο της μελέτης ως επιφόρτιση του υπεδάφους για την τεκμηρίωση των παραμέτρων παραμορφωσιμότητας, της χρονικής εξέλιξης των καθιζήσεων, καθώς και για την εκτίμηση της αντοχής του. Οι διαστάσεις αυτών των επιχωμάτων θα ορίζονται από την αντίστοιχη γεωτεχνική μελέτη.

## 2.6 Επί τόπου δοκιμές

Οι επί τόπου δοκιμές είναι συχνά ένας πολύ αξιόπιστος τρόπος προσδιορισμού μηχανικών ιδιοτήτων των υπεδάφικων υλικών και σε μερικές περιπτώσεις ο πλέον ενδεδειγμένος μοναδικός τρόπος απόκτησης αξιόπιστων μετρήσεων.

### 2.6.1 Δοκιμές Πρότυπης Διείσδυσης (SPT)

(i) Κατά τη δοκιμή αυτή μετράται ο αριθμός των κρούσεων που απαιτείται για τη διείσδυση του τυποποιημένου δειγματολήπτη Terzaghi κατά τρία διαδοχικά στάδια των 15 εκ. όπως προδιαγράφεται στις E106-86 παρ. 8 και ASTM D1586-99 και ως αριθμός  $N$  θα λαμβάνεται το άθροισμα των δύο τελευταίων σταδίων διείσδυσης.

(ii) Ο αριθμός  $N$  έχει εμπειρικά συσχετισθεί με την επιδεκτικότητα σε ρευστοποίηση κάτω από σεισμικά φορτία ενώ είναι απολύτως χρήσιμος και για τη σχεδίαση πασσάλων. Ο αριθμός  $N$  χρησιμοποιείται επίσης για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας έναντι θραύσης των εδαφών.

(iii) Σε περιπτώσεις αμμοχαλικωδών εδαφών ή αποσαθρωμένου/κατακερματισμένου βράχου συνιστάται η αντικατάσταση του δειγματολήπτη με κώνο.

## 2.6.2 Πενετρομετρήσεις

### (i) Στατική πενετρομέτρηση (CPT)

Τυποποιημένη δοκιμή η οποία παρέχει κυρίως διαγράμματα μεταβολής της αντοχής του εδάφους, συναρτήσεως του βάθους, κατά τη διεύθυνση προτύπου κώνου. Ο τύπος του κώνου καθορίζει την αποτελεσματικότητα της δοκιμής και υπάρχει δυνατότητα επιλογής μεταξύ μηχανικού κώνου (Ολλανδικός κώνος όπως περιγράφεται από την προδιαγραφή E106-80, παρ. 9), ηλεκτρικού κώνου (για την παράλληλη μέτρηση της πίεσεως πόρων) και πιεζοκώνου (για τον επιπλέον προσδιορισμό δυναμικών παραμέτρων του υπεδάφους).

### (ii) Δυναμική πενετρομέτρηση

Διείσδυση στο έδαφος πρότυπου κώνου προκαλούμενη από κρούσεις βάρους, το οποίο πέφτει από προδιαγεγραμμένο ύψος. Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν τη σύνταξη διαγράμματος αριθμού κρούσεων (για ορισμένο βάθος διείσδυσης) σε συνάρτηση με το βάθος. Δεν λαμβάνεται δείγμα του εδάφους.

Οι παραπάνω δοκιμές παρέχουν αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με τη στρωματογραφία του εδάφους, επιτρέπουν προκαταρκτικές εκτιμήσεις των γεωτεχνικών ιδιοτήτων, εκτιμήσεις κινδύνου ρευστοποίησης και εκτελούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές E106-86 παρ. 9, ASTM D 5778-95 και ASTM D 3441-98.

## 2.6.3 Επί τόπου δοκιμές πτερυγίου

Οι δοκιμές αυτές εκτελούνται μέσα σε γεωτρήσεις σύμφωνα με τις προδιαγραφές E106-86 παρ. 10 και ASTM D 2573-94 και χρησιμεύουν για την εκτίμηση της διατμητικής αντοχής μαλακών ευαίσθητων αργίλων.

## 2.6.4 Δοκιμές υδατοπερατότητας εντός γεωτρήσεων

Οι δοκιμές αυτές εκτελούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές E106-86 παρ. 6 και ASTM D2434-68 και χρησιμεύουν για την εκτίμηση της υδατοπερατότητας των εδαφικών στρώσεων.

Περιλαμβάνουν τις ακόλουθες μεθόδους :

- Δοκιμή Lefranc
- Δοκιμή Maag
- Δοκιμή εισπίεσης Lugeon

## 2.6.5 Δοκιμές εισπίεσης ενεμάτων

(i) Οι δοκιμές αυτές εκτελούνται με την ίδια μεθοδολογία και σε συνέχεια των δοκιμών εισπίεσης Lugeon και χρησιμεύουν για την εκτίμηση της απορροφητικότητας ενεμάτων με διάφορες αναλογίες τσιμέντου/νερού από το περιβάλλον έδαφος.

(ii) Οι αναλογίες των ενεμάτων, οι πιέσεις, οι απορροφήσεις, τυχόν επιφανειακές αναπηδήσεις ενέματος πρέπει να καταγράφονται με κάθε λεπτομέρεια.

## 2.6.6 Δοκιμές αντλήσεως

Οι δοκιμές αυτές εκτελούνται με τη βοήθεια ενός φρεατίου αντλήσεως ή υδρογεώτρησης και γεωτρήσεων δορυφόρων σύμφωνα με την προδιαγραφή E106– 86 παρ. 7. Στόχος τους είναι η εκτίμηση της διαπερατότητας και των κρίσιμων υδραυλικών δεδομένων.

## 2.6.7 Πρεσιομετρήσεις

(i) Κατά τις δοκιμές αυτές επιβάλλεται η μέγιστη δυνατή πίεση μέχρι τη θραύση του εδάφους ή του ασθενούς βράχου σύμφωνα με τις προδιαγραφές E106-86 παρ. 11, E102-84 παρ. 4 και ASTM D 4719-00.

## 2.6.8 Δοκιμές προσδιορισμού πυκνότητας

(i) Οι δοκιμές αυτές προσδιορίζουν επί τόπου την πυκνότητα εδαφών σε φυσική κατάσταση ή ύστερα από συμπύκνωση σε επιχώματα.

(ii) Περιλαμβάνουν τις ακόλουθες μεθόδους :

- Μέθοδος διαταραγμένου και μέθοδος αδιαταράκτου δείγματος σύμφωνα με τις προδιαγραφές E106-86 παρ. 1 και AASHTO T147-54, ASTM D 2937-94.

- Μέθοδος ισοδύναμου όγκου άμμου σύμφωνα με τις προδιαγραφές E106-86 παρ. 2, AASHTO T191-61, ASTM D 1556-00, ASTM D 4914-99.

- Μέθοδος ισοδύναμου όγκου υδάτων σε ερευνητικό φρέαρ, σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM D 5030-89 (1994) e1 για αδρομερή εδαφικά υλικά.

- Μέθοδος Sleeve σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM D 4564-93 για λεπτά χαλίκια.

- Πυρηνικές μέθοδοι σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM D 2922 – 96 e1.

## 2.6.9 Δοκιμές CBR

Οι δοκιμές αυτές προσδιορίζουν τον Καλλιφορνιακό Λόγο φέρουσας ικανότητας (CBR) επί τόπου του έργου σύμφωνα με τις προδιαγραφές E106-86 παρ. 3, AASHTO T193-72 και ASTM D 4429-93.

## 2.6.10 Δοκιμαστικές φορτίσεις

(i) Δοκιμαστικές φορτίσεις θα γίνονται σε εδάφη ή μαλακά πετρώματα αλλά λόγω του σημαντικού κόστους αυτών των δοκιμών θα εκτελούνται κατά τη διάρκεια των γεωτεχνικών μελετών εφαρμογής στη φάση κατασκευής ενώ ένα μικρό τμήμα αυτών μπορούν να εκτελούνται και στη φάση οριστικής γεωτεχνικής μελέτης.

(ii) Περιλαμβάνουν τους ακόλουθους τύπους :

- Δοκιμαστικές φορτίσεις πλάκας σύμφωνα με τις προδιαγραφές E106-86 παρ. 21, E102-84 παρ. 3 και ASTM D 1194 – 72 .

- Δοκιμαστικές φορτίσεις πασσάλου ή ομάδας πασσάλων σύμφωνα με τις προδιαγραφές E106-86 παρ. 23 ASTM D 11143-74 και Earth manual E-26.

### **2.6.11 Δοκιμές διεύρυνσης τοιχωμάτων γεώτρησης**

Οι δοκιμές αυτές είναι μάλλον οι συνηθέστερες που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των επί τόπου τάσεων σε βράχους. Εκτελούνται σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM D4623-96.

### **2.6.12 Μετρήσεις σύγκλισης υπογείων ανοιγμάτων**

Οι μετρήσεις σύγκλισης χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της μεταβολής των διαστάσεων διατομής σηράγγων, φρεατίων, γεωτρήσεων σε συνάρτηση με το χρόνο και εκτελούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές E102-84 παρ. 2 και ASTM D 4403-84 (1994).

### **2.6.13 Δοκιμές άμεσης διάτμησης σε βράχους**

Οι δοκιμές αυτές είναι μεγάλης κλίμακας, κοπιώδεις και προτείνεται να εκτελούνται όταν υπάρχουν αμφιβολίες σχετικά με τα διαθέσιμα στοιχεία διατμητικής αντοχής ή όταν μαλακές συνεχόμενες στρώσεις εμπεριέχονται μέσα σε ισχυρά υλικά, κατά τις προδιαγραφές E102-84 παρ. 5 και ASTM D 4554 – 90 (1995).

### **2.6.14 Επί τόπου δοκιμές εδαφοδυναμικής τύπου CrossHole-DownHole**

Εκπονούνται σύμφωνα με τις προδιαγραφές ASTM D4428, D4420M-84. Με τις δοκιμές προσδιορίζονται οι παράμετροι δυναμικής συμπεριφοράς του εδάφους, όπως ο λόγος Poisson  $\nu_0$ , το μέτρο διάτμησης  $c_0$  και το μέτρο Young  $e_0$ .

## **2.7 Εργαστηριακές Δοκιμές**

### **2.7.1 Επιλογή δειγμάτων και δοκιμών**

(i) Η επιλογή των δειγμάτων και ο τύπος των δοκιμών εξαρτάται από τις τοπικές υπεδαφικές συνθήκες, το μέγεθος και είδος του έργου ή της κατασκευής. Γενικά οι δοκιμές κατάταξης γίνονται σε διαταραγμένα ή ημιδιαταραγμένα δείγματα, προστατευμένα από τη ξήρανση.

(ii) Η κατανομή των δοκιμών πρέπει να επανεξετάζεται περιοδικά. Εντός των πλαισίων του προγράμματος μία κατάλληλη διάταξη δοκιμών θα πρέπει να συνταχθεί τόσο κατά την κατακόρυφη όσο και κατά την οριζόντια διεύθυνση, αποφεύγοντας τις δαπανηρές επικαλύψεις πολύπλοκων δοκιμών.

(iii) Σύμφωνα με τα παραπάνω θα καταρτίζεται πίνακας δοκιμών στον οποίο θα παρουσιάζεται ο αριθμός της γεώτρησης, το βάθος, ο τύπος του δείγματος, σύντομη περιγραφή και κενές στήλες για αναγραφή των αποτελεσμάτων των δοκιμών. Αφού γίνει η αναγραφή των αποτελεσμάτων των δοκιμών και η αποσαφήνιση του γεωλογικού προσομοιώματος, θα επιλέγονται τα δοκίμια για τις δοκιμές αντοχής και παραμόρφωσης. Θα επιλέγεται επαρκής αριθμός δοκιμών για κάθε δαφική/βραχώδη ενότητα, ώστε να είναι δυνατός ο προσδιορισμός των αντιπροσωπευτικών χαρακτηριστικών παραμέτρων.

## 2.7.2 Δοκιμές κατάταξης

- i. Κοκκομετρική ανάλυση με κόσκινα και αραιόμετρο (υδραυλική ανάλυση) σύμφωνα με E 105-86 παρ. 7, 8, 9, AASHTO T27 και T86 - 88 και ASTM C136-84.
- ii. Όρια ATTERBERG (όριο υδαρότητας και όριο πλαστικότητας) σύμφωνα με E 105-86 παρ. 5,6, AASHTO T89 - T90 και ASTM D4318-84.
- iii. Ξερό και υγρό φαινόμενο βάρος σύμφωνα με E 105-86 παρ.3 και AASHTO T147.
- iv. Φυσική υγρασία σύμφωνα με E 105-86 παρ. 2 και ASTM D2216-90.
- v. Ειδικό βάρος σύμφωνα με E 105-86 παρ. 4, AASHTO T100 - 85 και ASTM D854.
- vi. Προσδιορισμός οργανικών ουσιών σύμφωνα με AASHTO T194-80.
- vii. Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ) σύμφωνα με ASTM D4373-84.
- viii. Προσδιορισμός περιεκτικότητας σε θειικά άλατα και ιόντα, σύμφωνα με ASTM C-114.
- ix. Προσδιορισμός της αντοχής έναντι αποσάθρωσης (Slaking test)

## 2.7.3 Δοκιμές Εδαφομηχανικής

- i. Δοκιμές ανεμποδίστου θλίψεως κατά την E 105-86 παρ. 14, AASHTO T208 και ASTM D2166.
- ii. Δοκιμές συμπίεσομέτρου για τον προσδιορισμό του μέτρου συμπίεσεως με σύγχρονη μέτρηση του συντελεστή διαπερατότητας και της δυνατότητας για διόγκωση σύμφωνα με την E 105-86 παρ. 13, ASTM D2435-80 και AASHTO T216.
- iii. Τριαξονικές δοκιμές διατμήσεως ταχείες σε δοκίμια προστεροποιημένα στις τάσεις θραύσεως, για τον προσδιορισμό των παραμέτρων της διατμητικής αντοχής (CU) σύμφωνα με την E 105-86 παρ. 16 - 5.2.2, AASHTO T236 και ASTM D3080.
- iv. Τριαξονικές δοκιμές διατμήσεως, ταχείες, χωρίς στερεοποίηση για τον προσδιορισμό των παραμέτρων διατμητικής αντοχής σε συνθήκες ταχείας επιβολής φορτίου (UU) σύμφωνα με την E 105-86 παρ. 16 - 5.2.1, AASHTO T236 και ASTM D3080.
- v. Τριαξονικές δοκιμές διατμήσεως και δοκιμές απευθείας διατμήσεως βραδείες, αποστραγγιζόμενες, σε δοκίμια προστεροποιημένα στις τάσεις θραύσεως, για τον προσδιορισμό των παραμέτρων παραμένουσας διατμητικής αντοχής (CD) σύμφωνα με την E 105-86 παρ. 16-5.2.2., AASHTO T236 και ASTM D3080.



- vi. Δοκιμές τριαξονικής θλίψης σε δοκίμια προφορτισμένα και στερεοποιημένα στην αντίστοιχη πλευρική τάση με σύγχρονο μέτρηση της πίεσης πόρων (CUPP) σύμφωνα με την E 105-86 παρ. 15 - 6.2 και ASTM D2850-82.
- vii. Δοκιμές τριαξονικής θλίψης, ταχείες, χωρίς στερεοποίηση και αποστράγγιση (UU), σύμφωνα με την E 105-86 παρ. 15 - 6.1., ASTM D2850-82 και AASHTO T234.
- viii. Δοκιμή συμπτκνώσεως τύπου PROCTOR (προσδιορισμός σχέσης υγρασίας πυκνότητας εδαφών) σύμφωνα με την E 105-86 παρ. 11, AASHTO T180 και ASTM D1557 (απλή ή τροποποιημένη).
- ix. Δοκιμές προσδιορισμού του δείκτη CBR (Καλιφορνιακού λόγου φέρουσας ικανότητας) σύμφωνα με την E 105-86 παρ. 12, AASHTO T-193 και ASTM D-1883.

#### **2.7.4 Δοκιμές Βραχομηχανικής**

- i. Δοκιμή προσδιορισμού σκληρότητας δειγμάτων πετρώματος με τη χρήση του σφυριού SCHMIDT σύμφωνα με την E 103-84
- ii. Δοκιμές προσδιορισμού του πορώδους και της πυκνότητας δειγμάτων πετρώματος με την μέθοδο της ανώσεως και την χρήση συσκευής κενού σύμφωνα με την E 103-84 παρ. 3.
- iii. Δοκιμές προσδιορισμού της φυσικής υγρασίας δειγμάτων πετρώματος σύμφωνα με την E 103-84 παρ. 1.
- iv. Δοκιμές ανεμπόδιτης θλίψης σε κυλινδρικά δοκίμια με παράλληλη μέτρηση του μέτρου ελαστικότητας και του δείκτη Poisson  $\nu$  σύμφωνα με E 103-84 παρ. 4 και ASTM D2938 - 86.
- v. Δοκιμές αμέσου διατμήσεως σε προδιαγεγραμμένες επιφάνειες ασυνεχειών δοκιμίων ακανονίστου σχήματος για τον προσδιορισμό των παραμέτρων διατμητικής αντοχής των ασυνεχειών σύμφωνα με ASTM D 5607 - 95.
- vi. Δοκιμές προσδιορισμού της αντοχής σε σημειακή φόρτιση ακανονίστου σχήματος δοκιμίων (Point Load Test), σύμφωνα με την E 103-84 παρ. 5.
- vii. Δοκιμή προσδιορισμού σκληρότητας δειγμάτων πετρώματος με τη χρήση του σφυριού SCHMIDT σύμφωνα με την E 103-84 παρ. 7.
- viii. Δοκιμές φορτίσεως κυλινδρικών δοκιμίων κατά γενέτειρα (Brazilian Test) για τον υπολογισμό της εφελκυστικής αντοχής του πετρώματος σύμφωνα με ASTM D2936 - 84.

#### **2.7.5 Δοκιμές αδρανών υλικών**

Όταν απαιτείται η ίδρυση νέου λατομείου θα εκτελούνται στις εντοπισμένες από τη γεωλογική μελέτη θέσεις λατομείων και κατ' ελάχιστον οι υποχρεωτικές δοκιμές του Πίνακα 3.1. Στον Πίνακα 3.2. δίνονται οι ελάχιστες απαιτούμενες ποσότητες για έλεγχο. Ανάλογα με τις

απαιτήσεις του Κυρίου του Έργου ενδεχομένως να εκτελούνται και οι υπόλοιπες δοκιμές του Πίνακα 3.1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΕΣ**

ΔΟΚΙΜΗ/ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ	ΣΚΥΡΑ	ΧΑΛΙΚΙ	ΓΑΡΜΠΙΛΙ	ΡΥΖΑΚΙ	ΑΜΜΟΣ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΔΟΚΙΜΗ LOS ANGELES ASTM C – 131	ΔΕΙΓΜΑ ΕΝΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ				---	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ
ΔΟΚΙΜΗ ΥΓΕΙΑΣ ASTM C-88	ΔΕΙΓΜΑ ΕΝΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ				ΝΑΙ	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ
ΔΟΚΙΜΗ ΑΛΚΑΛΙΚΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΣ (ASR) ASTM C – 289	---	---	---	---	ΝΑΙ	---
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΙΡΑ ΚΟΣΚΙΝΩΝ DIN	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ
ΕΙΔΙΚΑ ΒΑΡΗ & ΥΔΡΟ- ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ASTM C – 137	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ (ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΡΟΗ)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	---
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΧΛΩΡΙΟΝΤΩΝ DIN 4226 3.6.4.4.	ΔΕΙΓΜΑ ΕΝΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ				ΝΑΙ	---
ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΙΪΚΩΝ DIN 4226 3.6.4.3.	ΔΕΙΓΜΑ ΕΝΑ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΟ				ΝΑΙ	---
ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΜΙΞΕΙΣ ASTM C – 40	---	---	---	---	ΝΑΙ	---
ΚΟΚ/ΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΟΥ E 105 - 86 ΔΟΚ. 9	---	---	---	---	ΝΑΙ	---

ΠΟΣΟΣΤΟ ΠΕΠΛΑΤΥΣΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΛΑΚΟΕΙΔΩΝ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	---	---	---
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΑΜΜΟΥ ASTM D – 2419	---	---	---	---	ΝΑΙ	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΔΡΑΝΩΝ

ΔΟΚΙΜΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΔΡΑΝΩΝ ΣΕ Kg		
	ΑΜΜΟΣ	ΓΑΡΜΠΙΛΙ	ΣΚΥΡΑ ή ΧΑΛΙΚΙΑ
Κοκκομετρική ανάλυση	20	30	30
Ειδικό βάρος +Υδροαπορροφητικότητα			
Ισοδύναμο άμμου			
Αντοχή σε τριβή και κρούση κατά Los Angeles	---	30	30
Αντοχή σε αποσάθρωση (υγεία)	10	20	30

### 2.7.6 Χημικές αναλύσεις εδαφών

Σε αντιπροσωπευτικά εδαφικά δείγματα τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται εν ξηρώ και αποφεύγοντας τη θέρμανση των δειγμάτων, θα πρέπει να προσδιορίζονται τυπικά οι ακόλουθες ιδιότητες :

- Ηλεκτρική αντίσταση κορεσμένου εδάφους
- Ποσοστό χλωριόντων και θειϊκών ενώσεων
- Ποσοστό ανθρακικών
- Περιεχόμενο οξυγόνου
- Τιμή pH.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων θα χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της διαβρωσιμότητας των εδαφών σε εγκιβωτισμένες κατασκευές, αγωγούς και δεξαμενές.

### 2.7.7 Δοκιμές Εδαφοδυναμικής

- Δοκιμές Συντονισμού με δονούμενη στήλη σύμφωνα με ASTM-D4015.
- Δοκιμές ανακυκλικής φόρτισης που περιλαμβάνουν τρεις παραλλαγές, τριαξονική συμπίεση (ASTM-D3999-91), απλή διάτμηση, και στρεπτική διάτμηση.
- Δοκιμές δονούμενης τράπεζας.

### **3 Εκθεση Αποτελεσμάτων Γεωτεχνικών Ερευνών**

Οι γεωτεχνικές έρευνες που θα εκτελούνται στα πλαίσια ενός έργου, θα πρέπει να τεκμηριώνονται και να παρουσιάζονται σε τεχνική έκθεση παρουσίασης που τυπικά θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα :

- Γεωλογικούς χάρτες, οι οποίοι θα προέρχονται από την αντίστοιχη γεωλογική μελέτη.
- Φύλλα καταγραφών-μητρώα (logs).
- Φύλλα επί τόπου δοκιμών
- Φύλλα εργαστηριακών δοκιμών
- Οριζοντιογραφία με τις θέσεις ερευνών
- Αναπτύγματα και άλλες ειδικές καταγραφές
- Έγχρωμες φωτογραφίες πυρήνων γεωτρήσεων ή άλλων ερευνητικών εκσκαφών.

### **4 Παρουσίαση Γεωτεχνικών Ερευνών Υπαίθρου και Εργαστηρίου**

Ισχύουν τα αναφερόμενα στο άρθρο 1 της ΚΥΑ ΔΜΕΟ/δ/ο/1759/12-11-1998 (ΦΕΚ Β 1221/1998) στην παράγραφο 1.2.2. του κεφαλαίου 1.

### **5 Εκθεση Γεωτεχνικής Αξιολόγησης**

Ισχύουν τα αναφερόμενα στην παράγραφο 1.2.2. του κεφαλαίου 1.

### **6 Έκθεση Κοινής Γεωλογικής και Γεωτεχνικής Αξιολόγησης**

Θα συντάσσεται στις περιπτώσεις που αναφέρονται στους πίνακες του κεφαλαίου 1 και θα έχει ως αντικείμενο το αναφερόμενο στην παράγραφο 1.2.3. του κεφαλαίου 1.

Επίσης θα συντάσσεται και σε τυχόν άλλες περιπτώσεις μετά από απαίτηση της Υπηρεσίας.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ** **ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

## **1. Χωματουργικά Έργα**

### **1.1 Γενικά**

Με τον όρο «χωματουργικά έργα» νοούνται στο παρόν κεφάλαιο τα έργα οδοποιΐας που αναφέρονται σε ορύγματα, επιχώματα οπλισμένο έδαφος και τοίχοι οπλισμένου εδάφους και σχεδιάζονται με διάρκεια ζωής 50 ετών (εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά).

Η γεωτεχνική μελέτη χωματουργικών έργων πρέπει να περιλαμβάνει στοιχεία που αναφέρονται στον σχεδιασμό των πρανών ορυγμάτων και επιχωμάτων, στις συνθήκες θεμελίωσης των επιχωμάτων, στον σχεδιασμό οπλισμένων γαιών και συνθηκών θεμελίωσής τους καθώς και στοιχεία σχετικά με τον σχεδιασμό και χρησιμοποίηση δανειοθαλάμων και λατομείων.

Τα πρανή ορυγμάτων και επιχωμάτων πρέπει να μελετώνται έτσι ώστε να συμμορφώνονται όσο το δυνατό περισσότερο με τους περιβαλλοντικούς όρους. Όταν από γεωμετρική άποψη τούτο δεν είναι εφικτό και δεν εξασφαλίζεται ο απαιτούμενος συντελεστής ασφαλείας, πρέπει να εξετάζονται πρόσθετα μέτρα αντιστήριξης όπως αγκυρώσεις, οπλισμένο έδαφος ή εναλλακτικές λύσεις τεχνικών έργων (τοίχοι αντιστήριξης, σήραγγες με εκσκαφή και επανεπίχωση ή γέφυρες). Στις περιπτώσεις που τέτοια μέτρα δεν είναι πρακτικά από άποψη δαπάνης, αισθητικής ή κατασκευαστικών δυσκολιών και φαίνεται επιθυμητή μια λύση χωματουργικών, η οποία δεν είναι σύμφωνη με τους Περιβαλλοντικούς Όρους, τότε υπάρχει η δυνατότητα να τίθεται θέμα εξαίρεσης από τους Περιβαλλοντικούς Όρους, με έγγραφη αναφορά προς την Υπηρεσία ή τον Κύριο του Έργου όπου θα παρουσιάζονται οι ενδεχόμενες εναλλακτικές λύσεις.

Η μελέτη των χωματουργικών έργων πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη της την αισθητική εντύπωση. Θα πρέπει να συσχετίζεται με τυχόν υφιστάμενες Οδηγίες Διαμόρφωσης του Τοπίου και να προβλέπει φύτευση και αποκατάσταση της φυτικής κάλυψης με την αντίστοιχη μεθοδολογία. Η χρήση κατάλληλων βιο-αποικοδομήσιμων υλικών (π.χ. γιούτα) ή σε περίπτωση που δεν θεωρούνται αποτελεσματικά η χρήση άλλων γεωσυνθετικών υλικών για τον έλεγχο της επιφανειακής διάβρωσης πρανών και τη διευκόλυνση της φυτικής ανάπτυξης θεωρείται ως απολύτως δόκιμη μέθοδος και απαιτεί ειδική διαστασιολόγηση με βάση στοιχεία της υδραυλικής μελέτης.

Όπου δεν υπάρχει ισοζύγιο μεταξύ των ποσοτήτων εκσκαφών και επιχώσεων και χρειάζονται δανειοθάλαμοι, λατομεία ή χώροι μόνιμης εναπόθεσης χωμάτων (αποθεσιοθάλαμοι), ο Μελετητής θα πρέπει να προσδιορίσει τους αντίστοιχους χώρους, να υπολογίσει τους διαθέσιμους όγκους και να ελέγξει τις συνθήκες διαμόρφωσης πρανών στους

αποθεσιοθαλάμους (π.χ. κατάλληλη μελέτη πρανών στην περίμετρο των αποθεσιοθαλάμων για την επίτευξη ευστάθειας και τη διαμόρφωση του τοπίου).

Σχετικά με τα πρανή ορυγμάτων και επιχωμάτων επισημαίνεται ότι σε κάθε περίπτωση θα μελετώνται ως προς την ευστάθειά τους όλα τα πρανή με ύψος μεγαλύτερο ή ίσο των 10,0 m, ενώ θα συντάσσονται επίσης υπολογισμοί και για μικρότερα ύψη πρανών όταν ειδικές γεωτεχνικές συνθήκες το επιβάλλουν (ασταθή ή έρποντα εδάφη, υψηλός υπόγειος φρεάτιος ορίζοντας, μαλακά εδάφη, πλησίον κατασκευές) ή όταν εμφανίζονται σε σημαντικά μήκη της χάραξης με ύψη μικρότερα των 10,0 m (οπότε θα επιλέγονται γεωτεχνικά κρίσιμες διατομές). Για τον σκοπό αυτό θα συντάσσεται ειδική παράγραφος με γεωτεχνική επισκόπηση των προς κατασκευή χωματουργικών έργων στην οποία θα εντοπίζονται οι ευαίσθητες περιοχές, για τις οποίες θα απαιτείται περαιτέρω τεκμηρίωση με σύνταξη ειδικής γεωτεχνικής μελέτης προς λήψη πρόσθετων πιθανών μέτρων.

Στην επιφάνεια της σκάφης των χωματουργικών έργων θα ελέγχεται η πιθανή επίδραση του υπόγειου φρεάτιου ορίζοντα και των πιέσεων πόρων ασυνεχειών της βραχώδους (βραχυπρόθεσμες συνθήκες - μακροπρόθεσμες συνθήκες) και εφόσον είναι αναγκαίο θα συντάσσεται ειδική μελέτη αντιμετώπισης προβλημάτων σχετικών με την αποστράγγιση υψηλών οριζόντων υπογείων υδάτων ή πηγών, ανάλογα με την περίπτωση.

## **1.2. Ορύγματα**

### **1.2.1 Πρανή γαιωδών ορυγμάτων**

#### **1.2.1.1. Γενικά - Μέγιστες κλίσεις**

Οι όροι αυτής της παραγράφου αναφέρονται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες ενδεχόμενη αστοχία περιορίζεται μόνο σε πρανή ορυγμάτων. Όπου η ενδεχόμενη επιφάνεια αστοχίας διέρχεται κάτω από όλη την οδό, ισχύουν οι όροι για τις κατολισθήσεις εδαφών (βλ. Κεφάλαιο 4).

Γαιώδη ή γαιοημιβραχώδη πρανή υψηλότερα από 10 μέτρα πρέπει να μελετώνται με υπολογισμό ευστάθειας σύμφωνα με τις αρχές της παρ. 11.2 του DIN 4084, λαμβάνοντας υπόψη ενδεχόμενες νεότερες βελτιώσεις σύνθετων μορφών αστοχίας. Τα γαιώδη πρανή πρέπει να μελετώνται με χρήση των αρχών των ενεργών τάσεων, λαμβανομένων υπόψη των δυσμενεστέρων δυνατών συνθηκών υπογείων υδάτων κατά τη διάρκεια ζωής. Η εκτίμηση της μέγιστης (ανώτατης) στάθμης υπόγειου φρεάτιου ορίζοντα 50-ετίας θα γίνεται με γεωλογικές - υδρογεωλογικές εκτιμήσεις των στοιχείων της ευρύτερης περιοχής (εκτός εάν διατίθενται στατιστικά υδρολογικά, υδραυλικά στοιχεία).

Η μελέτη των πρανών ορυγμάτων θα πρέπει να συνδυάζεται με τη μελέτη αποστράγγισης για να επιτυγχάνεται η πιο οικονομική λύση (ενδεχομένως και με ειδική μελέτη καταβιβασμού στάθμης).

Ανεξαρτήτως των αποτελεσμάτων των ελέγχων ευστάθειας των πρανών, δεν επιτρέπεται να προτείνονται κλίσεις μεγαλύτερες του 1:1 (45°) για γαιοημιβραχώδη ορύγματα συνολικού ύψους μεγαλύτερου των 10,0 m. Σε περίπτωση εφαρμογής επί μέρους αναβαθμών, τότε το μέγιστο ύψος αναβαθμού δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 15,0 m (σε ειδικές περιπτώσεις με σημαντική κατασκευαστική δυσχέρεια) και το ελάχιστο πλάτος βαθμίδας τίθεται 4,00 m.

### 1.1.1.1.1 Περιπτώσεις ελέγχου - ευστάθειας - Συντελεστές ασφαλείας

Οι ελάχιστες απαιτούμενες περιπτώσεις ελέγχου ευστάθειας πρανών με τους αντίστοιχους ελάχιστους συντελεστές ασφαλείας συνοψίζονται στον Πίνακα 4.1 που ακολουθεί.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 ΕΛΑΧΙΣΤΟΙ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΑΙΩΔΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΟΡΥΓΜΑΤΩΝ**

α/α Συνδυασμού	1	2	3	4
Σεισμός	N	N	O	O
Ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα 50 -ετίας	N	O	N	O
Απαιτούμενος συντελεστής ασφαλείας	Δεν απαιτείται έλεγχος	1,0	1,3	1,4

όπου :

#### Σεισμός

N Σεισμός σχεδιασμού σύμφωνα με τον ΕΑΚ, παραγρ. 5.4.

O Οχι σεισμός.

#### Ανώτατη στάθμη υπογείου ορίζοντα 50-ετίας.

N Προβλεπόμενη ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα 50-ετίας.

O Προβλεπόμενη ετήσια ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα.

Για τους συνδυασμούς με αύξοντες αριθμούς 2, 3 και 4 πρέπει πάντοτε να υπολογίζονται οι γενικευμένοι συντελεστές ασφαλείας.

Σε περιπτώσεις ορυγμάτων μέσα από παλαιά κατολίσθηση μπορεί να εφαρμόζονται εναλλακτικές μέθοδοι ανεκτών παραμορφώσεων, για φόρτιση με σεισμό. Για προσωρινά πρανή (εκτεθειμένα για περίοδο κάτω του ενός έτους) απαιτείται συντελεστής ασφαλείας τουλάχιστον 1.1 χωρίς σεισμό και με υπόγειο ορίζοντα συμφώνως προς παραδοχές της γεωτεχνικής μελέτης.

### 1.2.2 Πρανή βραχωδών ορυγμάτων

#### 1.2.2.1 Γενικά στοιχεία - Διαμόρφωση

Βραχώδη πρανή υψηλότερα από 10 μέτρα πρέπει να μελετώνται σύμφωνα με τις αρχές της Βραχομηχανικής, λαμβανομένων υπόψη των συνθηκών του υπόγειου νερού. Οι εκσκαφές στο βράχο πρέπει να μελετώνται ώστε να είναι ασφαλείς έναντι συνολικής θραύσης, αλλά θα είναι επιτρεπτές επιφανειακές θραύσεις των πρανών μεταξύ των οριζόντιων βαθμίδων. Επί πλέον πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε να μη φθάνουν στο δρόμο καταπτώσεις βραχωδών συντριμμάτων από το πρανές. Η γραμμή πρανούς, για τη μελέτη της συνολικής θραύσης, θα ορίζεται από τη γραμμή που ενώνει το πίσω μέρος των οριζοντίων βαθμίδων. Η μελέτη πρανών εκσκαφών σε βράχο πρέπει να εξετάζει τις επιπτώσεις της θραύσης ιδιαίτερα



σε θέσεις όπου, στη στέψη του πρανούς βρίσκονται ιδιοκτησίες ή σημαντικές κατασκευές που δεν είναι δυνατόν να μετακινηθούν.

Σε πολλές περιοχές οι τεκτονικές συνθήκες (η μορφή των ασυνεχειών του βράχου) διαφέρουν σημαντικά σε μικρές αποστάσεις και οι υπάρχουσες εκτεθειμένες επιφάνειες μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτικές των συνθηκών στο προτεινόμενο βραχώδες μέτωπο. Οι μελέτες ευστάθειας βραχωδών πρανών είναι δυνατόν, σε πολλές περιπτώσεις, να χρειαστούν τροποποίηση, στη φάση κατασκευής, όταν αποκαλυφθούν οι πραγματικές συνθήκες. Σε αυτές τις περιοχές, οι μελετητές πρέπει να προβλέψουν ώστε οι ανάδοχοι να πραγματοποιήσουν δοκιμαστικές εκσκαφές στην περιοχή του Έργου, στις οποίες να μπορεί να μετρηθεί η μορφή των ασυνεχειών του βράχου, ώστε να υπάρχει αποτελεσματικός έλεγχος των μελετητικών παραδοχών πριν από την τελική διαμόρφωση του ορύγματος κατά τη φάση κατασκευής.

Μεταξύ των αναβαθμών σε ύψη που γενικά θα καθορίζονται από τους ισχύοντες περιβαλλοντικούς όρους, πρέπει να εξασφαλίζονται οριζόντιες βαθμίδες πλάτους τουλάχιστον 4,0 m. Όπου χρειάζεται προσπελασιμότητα κατά μήκος των οριζόντιων βαθμίδων για λόγους παρακολούθησης και συντήρησης (π.χ. εκεί που τοποθετήθηκαν αγκύρια βράχου σε μια οριζόντια βαθμίδα), πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα εύκολης πρόσβασης. Σε άλλες θέσεις οι οριζόντιες βαθμίδες θα χρησιμοποιούνται για την ενδεχόμενη αναχαίτιση βραχωδών καταπτώσεων και για την υποβοήθηση της ανάπτυξης φυτών για λόγους διαμόρφωσης τοπίου, ενώ το πλάτος πρέπει να είναι σύμφωνο τόσο με τις απαιτήσεις για συνολική ευστάθεια, όσο και για οριακή ευστάθεια του πρανούς μεταξύ των οριζόντιων βαθμίδων.

### 1.2.2.2. Ελεγχος ευστάθειας - Συντελεστής Ασφαλείας

Η μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθείται για τον υπολογισμό της ευστάθειας βραχωδών πρηνών ορυγμάτων σε κάθε θέση (διατομή) ελέγχου είναι η παρακάτω:

Βαθμονόμηση - κατάταξη βραχώμαζας με κάποια από τις διεθνώς ισχύουσες θεωρήσεις (RMR, GSI, σύστημα Q κλπ) και εκτίμηση των χαρακτηριστικών παραμέτρων διατμητικής αντοχής και ελαστικότητας της βραχώμαζας.

Εκτίμηση μοντέλου δυνητικών ολισθήσεων που θα προκύπτει από την αντίστοιχη γεωλογική μελέτη με βάση τα τεκτονικά διαγράμματα ασυνεχειών της υπό έλεγχο περιοχής (μέθοδος Schmidt).

Εκτίμηση της διατμητικής αντοχής των ασυνεχειών είτε από δοκιμές πεδίου είτε από κατάλληλες εργαστηριακές δοκιμές.

Οι υπολογισμοί ευστάθειας των βραχωδών πρηνών ορυγμάτων θα συντάσσονται είτε για στατική είτε για σεισμική φόρτιση και ανάλογα με τις υποδείξεις του μοντέλου δυνητικών ολισθήσεων έναντι :

- α. Σύνθετης μορφής ολίσθησης (πολυγωνική θραύσης) με την παραδοχή σχηματισμού εφελκυστικής ρωγμής πίσω από το μέτωπο του πρηνούς με τη χρήση των παραμέτρων διατμητικής αντοχής που προεκτιμήθηκαν (ταξινομήσεις, εργαστηριακές δοκιμές κλπ).
- β. Επίπεδης ολίσθησης πάνω σε καθορισμένη οικογένεια επιφανειών ασυνέχειας.
- γ. Σφηνοειδούς ολίσθησης (π.χ. με την μέθοδο ανάλυσης τετραεδρικής σφήνας κατά Hoek - Bray).

Η επίδραση της αύξησης υδροστατικής πίεσης των ασυνεχειών της βραχώμαζας πρέπει να ελέγχεται έως το επίπεδο της καθοριζόμενης ως «Ανώτατη Πίεση 50-ετίας» με υδρογεωλογικά κριτήρια, ή έως το επίπεδο θεωρητικής κατάστασης κορεσμού των ασυνεχειών (περίπτωση σφηνοειδούς ολίσθησης).

Ο Αντσεισμικός έλεγχος θα γίνεται με την «ψευδοστατική» μέθοδο με την επιβολή της αντίστοιχης οριζόντιας σεισμικής δύναμης στην εξωτερική επιφάνεια του πρηνούς, ανάλογα με τον συντελεστή σεισμικότητας  $a_H$  της περιοχής ελέγχου.

Οι υπολογισμοί ευστάθειας των πρηνών σε βραχώδη ορύγματα θα γίνονται για 2 περιπτώσεις, έναντι αστοχίας του συνολικού πρηνούς (βλ. συντελεστή ασφαλείας Πίνακα 4.2) και έναντι αστοχίας μεμονωμένου αναβαθμού μεταξύ 2 οριζόντιων βαθμίδων (βλ. συντελεστή ασφαλείας Πίνακα 4.3).

(Α) Περίπτωση

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΠΡΑΝΩΝ - ΘΡΑΥΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΠΡΑΝΟΥΣ**

α/α Συνδυασμού	1	2	3	4
Σεισμός	N	N	O	O
Ανώτατη πίεση πόρων ασυνεχειών 50 -ετίας	N	O	N	O
Απαιτούμενος συντελεστής ασφαλείας	-	1,0	1,2	1,3

όπου :

### Σεισμός

N Σεισμός σχεδιασμού σύμφωνα με τον ΕΑΚ, παραγρ. 5.4.

O Οχι σεισμός.

### Ανώτατη στάθμη υπογείου ορίζοντα 50-ετίας.

N Προβλεπόμενη ανώτατη πίεση πόρων ασυνεχειών 50-ετίας (κορεσμός ασυνεχειών)

O Προβλεπόμενη ετήσια ανώτατη πίεση πόρων ασυνεχειών.

Σε περιπτώσεις ορυγμάτων μέσα από παλαιά κατολίσθηση μπορεί να εφαρμόζονται εναλλακτικές μέθοδοι ανεκτών παραμορφώσεων, για φόρπιση με σεισμό. Για προσωρινά πρανή (εκτεθειμένα για περίοδο κάτω του ενός έτους) απαιτείται συντελεστής ασφαλείας τουλάχιστον 1.1 χωρίς σεισμό και με υπόγειο ορίζοντα συμφώνως προς παραδοχές της γεωτεχνικής μελέτης.

(Β) Περίπτωση

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΒΡΑΧΩΔΩΝ ΠΡΑΝΩΝ - ΠΡΑΝΗ ΜΕΤΑΞΥ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΒΑΘΜΙΔΩΝ**

α/α Συνδυασμού	1	2	3	4
Σεισμός	N	N	O	O
Ετήσια ανώτατη πίεση πόρων ασυνεχειών	N	O	N	O
Απαιτούμενος συντελεστής ασφαλείας	-	-	1,1	1,2

Για προσωρινά βραχώδη πρανή μεταξύ βαθμίδων απαιτείται συντελεστής ασφαλείας 1.05 χωρίς σεισμό και με υπόγεια ορίζοντα σύμφωνα με παραδοχές γεωτεχνικής μελέτης.

όπου :

### Σεισμός

N Σεισμός σχεδιασμού σύμφωνα με τον ΕΑΚ, παραγρ. 5.4.

- Ο Οχι σεισμός.

### Ετήσια ανώτατη στάθμη υπογείου ορίζοντα

- N Προβλεπόμενη ετήσια ανώτατη πίεση πόρων ασυνεχειών
- Ο Χωρίς πίεση πόρων

#### 1.2.2.3 Αναχαίτιση καταπτώσεων

- Στα βραχώδη ορύγματα ύψους  $H > 5,0$  m με κλίση πρανών (ύψος/ βάση)  $υ:β \geq 1:1$  και ανάλογα με την κατάσταση της βραχομάζας (προσανατολισμός ασυνεχειών, αποσάθρωση-διάβρωση κτλ.) θα προβλέπεται βραχοπαγίδα υπό διάφορες μορφές (ζώνη άρσης καταπτώσεων, τάφος αναχαίτισης, ζώνη και τοίχος/φράχτης κλπ.) στην οποία θα παγιδούνται τα προϊόντα κατάπτωσης μεμονωμένων λίθων από την επιφάνεια του πρανούς και τυχόν από την επιφάνεια του φυσικού εδάφους ανάντη της οφρύος του πρανούς.

Σε περιπτώσεις που δεν εκτελούνται ειδικές αναλύσεις «κατάπτωσης βραχωδών τεμαχών» ο τύπος και οι διαστάσεις της βραχοπαγίδας μπορούν να ορίζονται με βάση εμπειρικές μεθόδους όπως το νομογράφημα του Whiteside (1986). Επισημαίνεται ότι εφόσον προηγούνται ειδικοί έλεγχοι «κατάπτωσης βραχωδών τεμαχών» (π.χ. με την χρήση λογισμικού προγράμματος τύπου Rockfall ή άλλου ισοδύναμου), ο τύπος και οι διαστάσεις των μέτρων προστασίας θα προκύπτουν από την παραπάνω ανάλυση.

Σε ορισμένες περιπτώσεις όπου δεν είναι εφικτή η κατασκευή βραχοπαγίδας με τις απαιτούμενες διαστάσεις είναι δυνατή και η υιοθέτηση πρόσθετων μέτρων προστασίας όπως π.χ. ηλώσεις, δίχτυα προστασίας, φράχτης στο φρύδι του πρανούς.

- Σε περίπτωση που τα ανωτέρω έρχονται σε αντίθεση με τα προβλεπόμενα στις εκάστοτε ισχύουσες προδιαγραφές κατασκευής έργων και μελετών καθώς και στις ΟΜΟΕ υπερισχύουν τα προβλεπόμενα στις προδιαγραφές και στις ΟΜΟΕ.

#### 1.2.3 Υλικά εκσκαφής - Καταλληλότητα - Ταξινόμηση

Κατά τη γεωτεχνική μελέτη πρέπει να προσδιορίζεται η ποιότητα των υλικών εκσκαφής των γαιωδών ή γαιοημιβραχωδών πρανών των ορυγμάτων (των βραχωδών προϊόντων εκσκαφών θεωρουμένων ως «κατάλληλων υπό προϋποθέσεις κοκκομετρικής διαβάθμισης») για την επαναχρησιμοποίησή τους για την κατασκευή των επιχωμάτων σε άλλα σημεία της χάραξης. Προς τούτο προτείνεται να ακολουθείται αρχικά μία κατάταξη καταλληλότητας υλικών με βάση την κοκκομετρική του διαβάθμιση και τα όρια συνεκτικότητας (κατάταξη οδοποιίας κατά AASHTO - Πίνακας 4.4) και εναλλακτικά με την μέθοδο των κατηγοριών E (πίνακας 4.5)

Σχετικά με την καταλληλότητα εδαφικών υλικών για την κατασκευή επιχωμάτων υπερισχύουν σε κάθε περίπτωση τα σχετικά προβλεπόμενα στις εκάστοτε ισχύουσες προδιαγραφές κατασκευής έργων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ**

ΓΕΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	ΚΟΚΚΩΔΕΣ ΥΛΙΚΟΙ (35% ή λιγότερο διερχόμενο από το Νο. 200)	ΠΛΩΔΗ - ΑΡΓΙΛΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (περισσότερο από 35% διερχόμενο από το Νο. 200)
ΟΜΑΔΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ.....	A-1 A-3 A-2 A-1-a A-1-b A-2-4 A-2-5 A-2-6 A-2-7	A-4 A-5 A-6 A-7 A-7-5 A-7-6
ΚΟΚΚΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ επί τοις % ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΑ		
No. 10 .....	50 max.	
No. 40 .....	30 max. 50 max. 51 min.	
No. 200.....	15 max. 25 max. 15 max. 35 max. 35 max. 35 max. 35 max.	36 min. 36 min. 36 min. 36 min.
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΟΥ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΤΟ ΚΟΣΚΙΝΟ Νο 40 :		
ΟΡΙΟ ΥΔΑΡΟΤΗΤΟΣ		40 max. 41 min. 40 max. 41 min.
ΔΕΙΚΤΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	6 max. N.P. 10 max. 10 max. 11 min. 11 min.	10 max. 10 max. 11 min. 11 min. <sup>(1)</sup>
ΔΕΙΚΤΗΣ ΟΜΑΔΟΣ	0 0 0 4 max.	8 max. 12 max. 16 max. 20 max.
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	Βραχώδη κομμάτια, Πλωδή ή Αργιλικά Χαλίκια και Άμμος λεπτά χαλίκια και άμμος	Πλωδή Αργιλικά Εδαφικά Υλικά Εδαφικά Υλικά
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΥΛΙΚΟΥ	ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ έως ΚΑΛΑ	ΜΕΤΡΙΑ έως ΦΤΩΧΑ και ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΑ

**Διαδικασία Ταξινόμησης :** Με τα διαθέσιμα αποτελέσματα, προχωρούμε από αριστερά προς τα δεξιά στον πίνακα και η σωστή ομάδα θα βρεθεί με τη μέθοδο του αποκλεισμού. Η πρώτη ομάδα από τα αριστερά, μέσα στην οποία τα αποτελέσματα θα ταιριάζουν είναι η σωστή ταξινόμηση.

<sup>(1)</sup> Ο δείκτης πλαστικότητας της υποομάδας A-7-5 είναι ίσος ή μικρότερος του LL μείον 30.

Ο δείκτης πλαστικότητας της υποομάδας A-7-6 είναι μεγαλύτερος του LL μείον 30.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΓΑΙΩΔΩΝ ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΩΜΑΤΟΣ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ (ΔΕΝ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΒΡΑΧΩΔΗ ΠΡΟΪΟΝΤΑ)**

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ/ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΟΥ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΥΛΙΚΟΥ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΚΟΣΚΙΝΟ #200	ΟΡΙΑ ΑΤΤΕΡΒΕΡΓ	CBR	ΔΙΟΓΚΩΣ Η %	ΟΡΓΑΝΙΚ Α %	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗ ΤΑ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ
E4	Μέγιστος κόκκος ≤ 8 cm	≤ 25%	LL ≤ 30 PI ≤ 10	> 20	~0	~0	ΑΡΙΣΤΟ
E3	Μέγιστος κόκκος ≤ 8 cm	≤ 25 %	LL ≤ 30 PI ≤ 10	> 10	~0	~0	ΠΟΛΥ ΚΑΛΟ
E2	Μέγιστος κόκκος ≤ 10 cm	≤ 35 %	LL ≤ 40	> 5	≤ 2%	< 1	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ
E1	Μέγιστος κόκκος ≤ 20 cm. Ποσοστό υλικού με περεκτικότητα κόκκων μεταξύ 20 cm και 15 cm ≤ 25%		LL ≤ 40 PI ≤ 15 ή LL ≤ 65 PI (0,611-9)	> 3	≤ 3%	< 2	ΑΠΟΔΕΚΤΟ
E0	Υλικό που δεν ανήκει στις παραπάνω κατηγορίες						ΑΠΟΔΕΚΤΟ ΥΠΟ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ

LL = Οριο Υδαρότητας (E105-86 Μέθοδος)

PI = Δείκτης πλαστικότητας (E105-86 Μέθοδος 6)

#200 = Κόσκινο με άνοιγμα βροχίδας 0,074 mm

CBR = Καλιφορνιακός λόγος φερούσης ικανότητας (E105-86 Μέθοδος 11)

ΔΙΟΓΚΩΣΗ = Προσδιορίζεται κατά το στάδιο της δοκιμής CBR

ΟΡΓΑΝΙΚΑ = Κατά τη μέθοδο AASHTO T194

### 1.2.4 Εκσκαψιμότητα

Με το όρο «εκσκαψιμότητα» νοείται γενικά η δυνατότητα που παρέχει μια συγκεκριμένη περιοχή για την εκσκαφή της σε προκαθορισμένη έκταση και βάθος.

Τα κριτήρια που καθορίζουν την εκσκαψιμότητα μιας περιοχής είναι μόνον ποιοτικά αφού οι επί μέρους επηρεάζοντες παράγοντες είναι γενικά μεταβλητοί και δεν προσδιορίζονται αριθμητικά.

Η κατάταξη της εκσκαψιμότητας των εδαφών θα γίνεται σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες προδιαγραφές κατασκευής έργων.

## 1.3 Επιχώματα

### 1.3.1 Θεμελιώσεις

Για τον έλεγχο των συνθηκών θεμελίωσης των επιχωμάτων θα καθορίζονται οι γεωτεχνικές παράμετροι σχεδιασμού διατμητικής αντοχής και παραμορφωσιμότητας των επί μέρους στρώσεων του υπεδάφους και θα γίνεται μια συντηρητική θεώρηση για τα υλικά του σώματος του αναχώματος. Θα καθορίζονται οι συνθήκες των υπογείων υδάτων (μέγιστη στάθμη 50-ετίας, μέγιστη ετήσια στάθμη) και θα προσδιορίζονται οι απαιτήσεις αποστράγγισης, καταβίβασης στάθμης, στρώσης στράγγισης στην διεπιφάνεια θεμελίωσης.

Για θεμελιώσεις επί του εδάφους, οι υπολογισμοί ευστάθειας (βραχυχρόνιας / μακροχρόνιας) πρέπει να εξετάζουν επιφάνειες θραύσης που διέρχονται μέσα από το υλικό της θεμελίωσης. Πρέπει να προσδιορίζεται το μέγεθος της μακροχρόνιας καθίζησης καθώς και ο απαιτούμενος χρόνος εξέλιξης. Για επιχώματα υψηλότερα από 10 μέτρα πρέπει επίσης να εξετάζεται η συνίζηση του επιχώματος και κυρίως η διαφορική συνίζηση μεταξύ του επιχώματος και των γειτονικών κατασκευών. Εκεί που ο απαιτούμενος χρόνος καθιζήσεων είναι πιθανόν να είναι σημαντικός σε σχέση με τον προγραμματισμό της εκτέλεσης του έργου, πρέπει να μελετώνται μέθοδοι επιτάχυνσης της καθίζησης (π.χ. προφόρτιση, αποστράγγιση της θεμελίωσης). Εάν δεν αναφέρεται κάτι διαφορετικό από τον Κύριο του Έργου ή το Μελετητή της Αποχέτευσης – Αποστράγγισης και Οδοποιίας, προτείνεται η τιμή των 75χιλ ως επιτρεπόμενη παραμένουσα καθίζηση. Οπου υπάρχουν πολύ μαλακά υλικά, πρέπει να εξετάζονται και άλλες εναλλακτικές λύσεις, εκτός από τις λύσεις απομάκρυνσης και αντικατάστασής τους που γενικά αναφέρονται στην βελτίωση του υπεδάφους θεμελίωσης.

Σε περίπτωση εδάφους θεμελίωσης που αποτελείται από χαλαρά κοκκώδη κορεσμένα υλικά θα γίνεται έλεγχος σε ρευστοποίηση σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8: Μέρος 5 και ΕΑΚ 2000. Επιπλέον, θα υπολογίζεται το δυναμικό της ρευστοποίησης (Iwasaki et al., 1982) έτσι ώστε να ποσοτικοποιείται η σοβαρότητα του κινδύνου ρευστοποίησης και να εκτιμάται η αναγκαιότητα σχεδιασμού κατάλληλων μέτρων.

Οπου το αρχικό έδαφος θεμελίωσης είναι επικλινές (έχει εγκάρσια κατωφερική κλίση σε σχέση με την οδό), πρέπει να εξετάζεται η υποστήριξη του ποδός του επιχώματος [π.χ. οπλισμένο έδαφος, τοίχοι βαρύτητας, τοίχοι με συρματοκιβώτια] για να περιοριστεί το ύψος του επιχώματος και να εμποδιστεί η ολίσθηση του επιχώματος στο επικλινές φυσικό πρηνές. Τέτοιες κατασκευές πρέπει επίσης να μελετώνται για τον περιορισμό του ύψους των πρηνών ώστε να ανταποκριθούν στους Περιβαλλοντικούς Όρους.

Σε περίπτωση διαπλάτυνσης υπάρχοντος επιχώματος, θα μελετάται η εφαρμογή εκσκαφών με βαθμιδωτό τρόπο με την κατασκευή βαθμίδων αγκύρωσης, όπως τούτο προβλέπεται επίσης σε φυσικά κεκλιμένα πρηνή. Στις περιπτώσεις αυτές και για εγκάρσιες κλίσεις εδάφους μεγαλύτερες του 20% θα μελετώνται επίσης βαθμίδες αγκύρωσης.

### 1.3.2. Πρηνή επιχωμάτων

Όλα τα πρηνή επιχωμάτων ύψους μεγαλύτερου από 10 m (καθώς και ορισμένες ειδικές περιπτώσεις ανεξαρτήτως ύψους) θα μελετώνται με υπολογισμό γενικευμένης και εσωτερικής ευστάθειας. Το πρηνές της εξωτερικής επιφάνειας των επιχωμάτων θα πρέπει να μελετάται

έτσι ώστε να είναι ευσταθές έναντι ολίσθησης μεγάλου βάθους, που διέρχεται από τη θεμελίωση, ή ολίσθησης μικρού βάθους εντός του επιχώματος. Στην επιφάνεια της οδού θα εφαρμόζεται μια πρόσθετη κατακόρυφη φόρτιση 20 KPa, ενιαία κατανεμημένη, η οποία θα παριστά την φόρτιση κυκλοφορίας. Τα οπλισμένα πρανή επιχωμάτων πρέπει να εξετάζονται ώστε το συνολικό ύψος του επιχώματος να ανταποκρίνεται στους Περιβαλλοντικούς Ορους. Τα οπλισμένα πρανή επιχωμάτων πρέπει να εναρμονίζονται με τις απαιτήσεις του HA 68/94, που εκδόθηκε από το Βρετανικό Υπουργείο Μεταφορών.

Η ανάλυση ευστάθειας επιχωμάτων (σε συνδυασμό με τον υπόγειο φρεάτιο ορίζοντα) πρέπει να γίνεται για τις συνθήκες και τους συνδυασμούς φορτίσεων, τις παραμέτρους διατμητικής αντοχής καθώς και τους ελάχιστους επιτρεπόμενους συντελεστές ασφαλείας που δίνονται στον Πίνακα 4.7 που ακολουθεί. Ο συνδιασμός φόρτισης 3 θα πρέπει οπωσδήποτε να ελέγχεται στις περιπτώσεις όπου το ανάχωμα είναι θεμελιωμένο πάνω σε επικλινές έδαφος.

#### **ΠΙΝΑΚΑΣ 4.6 ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΥΣΤΑΘΕΙΑΣ ΠΡΑΝΩΝ ΕΠΙΧΩΜΑΤΩΝ**

<b>ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ</b>	<b>ΣΥΝΘΗΚΕΣ</b>	<b>ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΓΙΑ ΤΑ ΕΛΛΑΦΙΚΑ ΣΤΡΩΜΑΤΑ</b>	<b>ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</b>
1	Βραχυπρόθεσμες στατικές	Αστράγγιστες συνθήκες (συνεκτικά εδάφη)	1,2
2	Μακροπρόθεσμες με σεισμό	Βελτιωμένη αστράγγιστη λόγω στερεοποίησης (συνεκτικά εδάφη)	1,0
3	Μακροπρόθεσμες με ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα 50ετίας	Ενεργές παράμετροι αντοχής	1,3

#### **1.3.3 Υλικά σώματος επιχώματος - Αντιδιαβρωτική προστασία πρανών**

Η μελέτη των επιχωμάτων πρέπει να περιλαμβάνει τον καθορισμό της ποιότητας των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για το «θεμέλιο», το «σώμα» και την «στέψη» του επιχώματος. Σε ότι αφορά τα υλικά του «σώματος» των επιχωμάτων, ισχύει η ταξινόμηση που υποδεικνύεται στους Πίνακες 4.4 και 4.5 που προαναφέρθηκαν.

Τα κριτήρια καταλληλότητας των διαφόρων κατηγοριών καθορίζονται σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες προδιαγραφές κατασκευών.

Σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις επιτρέπεται στην κατασκευή επιχωμάτων η χρήση οριακά κατάλληλων υλικών των ομάδων A-4, A-5, A-6 ή A-7 και εναλλακτικά Eo αλλά μόνον μετά από ειδική μελέτη διαμόρφωσης σώματος επιχώματος σε συνδυασμό με επίλεκτα υλικά, γεωσυνθετικά υλικά ή βελτίωσης ιδιοτήτων αργιλικών στρώσεων προς εξασφάλιση ευσταθούς διατομής.



Η αντιδιαβρωτική προστασία των πρανών των επιχωμάτων πρέπει να μελετάται σε συνδυασμό με την μελέτη φύτευσης και να περιλαμβάνει έλεγχο της ταχύτητας απορροής νερών στο πρανές σε σχέση με την κοκκομετρική διαβάθμιση των υλικών, τον συντελεστή τραχύτητας και την απαίτηση σχεδιασμού χρήσης ειδικών βιο-αποικοδομήσιμων υλικών (π.χ. γιούτα) ή, σε περίπτωση που αυτά δεν θεωρούνται αποτελεσματικά, άλλων γεωσυνθετικών υλικών (π.χ. γεωκυψέλες, γεωπλέγματα) με παράλληλη υδροφύτευση.

## **1.4 Οπλισμένο έδαφος**

### **1.4.1 Γενικά στοιχεία**

Με την έννοια "οπλισμένο έδαφος" καθορίζονται σύμμικτες κατασκευές εδάφους - οπλισμού που περιλαμβάνουν κατάλληλα υλικά επίχωσης, ειδική επένδυση της όψης με προκατασκευασμένες πλάκες ή άλλο σύστημα, ή "φυτική" γη και οπλισμό από μεταλλικές ή γεωσυνθετικές ράβδους, πλέγματα, συρματοκιβώτια, ήλους ή αγκύρια, ανάλογα με τις απαιτήσεις σχεδιασμού. Οι κατασκευές αυτές θα μελετώνται με διάρκεια ζωής 120 ετών και θα περιλαμβάνουν κατάλληλα συστήματα περιοδικού ελέγχου. Εφόσον η εξωτερική παρειά έχει κλίση μικρότερη ή ίση των 70° θεωρούνται ως "οπλισμένα επιχώματα" ενώ για κλίσεις  $70 < i \leq 90^\circ$  θεωρούνται ως "τοίχοι οπλισμένου εδάφους".

Σχετικά με τις αρχές διαστασιολόγησης, τον οπλισμό και των θεμελίωση οπλισμένου εδάφους ισχύουν τα προβλεπόμενα στην ΟΜΟΕ "Τεύχος 10: Τεχνικά έργα" (Αριθ. Απόφασης έγκριση ΔΜΕΟ/γ/ο/66/17-2-2003 του Υφυπουργού ΠΕΧΩΔΕ)

## **1.5 Δανειοθάλαμοι**

Ανάλογα με τις απαιτήσεις χωματισμών του υπό έλεγχο οδικού τμήματος είναι δυνατόν να απαιτείται δανειοληψία για την κατασκευή του σώματος των επιχωμάτων καθώς και για την προμήθεια επιλέκτων υλικών για τη στρώση εξυγίανσης, στρώση στράγγισης, στρώση έδρασης οδοστρώματος κλπ. Σε συνδυασμό με τις προδιαγραφές των γεωλογικών εργασιών καθορισμού και χαρτογράφησης του δανειοθαλάμου, στη γεωτεχνική μελέτη θα πρέπει να παρέχονται τα ακόλουθα :

Εργαστηριακός έλεγχος και ταξινόμηση κατηγορίας υλικών ως προς την καταλληλότητά τους για τις αντίστοιχες χρήσεις (π.χ. Πίνακες 4.4 και 4.5).

- Προτάσεις για ειδική κατεργασία υλικών (π.χ. διαχωρισμός, πλύσιμο, κλπ) προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτούμενες ποιότητες για κάθε εξειδικευμένη χρήση.
- Αναφορά σε εκτιμήσεις όγκων ανά κατηγορία υλικού.

## **1.6 Λατομεία**

Επιπροσθέτως προς τις υποδείξεις θέσεων λατομείων (υπαρχόντων ή προς ίδρυση) από τη γεωλογική μελέτη, σκοπός της γεωτεχνικής μελέτης είναι η διερεύνηση της ποιότητας των υλικών που διατίθενται (βλ. Πρόγραμμα Γεωτεχνικών) και η καταγραφή της ημερήσιας δυνατότητας παραγωγής προς κάλυψη των αναγκών του έργου (αδρανή σκυροδέματος, αντιολισθηρά αδρανή, στρώση στράγγισης, υλικά τύπου 3Α κλπ.).

## **2 Κατολισθήσεις**

### **2.1 Γενικά - Ελεγχοι**

Για οποιοδήποτε τμήμα του έργου το οποίο διέρχεται ή απειλείται από υπάρχουσες κατολισθήσεις θα εκτελείται ειδική μελέτη ευστάθειας περιοχής κατολίσθησης. Κατά την ειδική αυτή μελέτη ευστάθειας της κατολίσθησης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα :

- Ελεγχος συνολικής ευστάθειας στην κρίσιμη διεπιφάνεια ολίσθησης με έλεγχο των παραμέτρων παραμένουσας διατμητικής αντοχής.
- Ελεγχος τοπικής αστάθειας στον πόδα της κατολίσθησης, όπου η πιθανή διάβρωση από ροή νερού μπορεί να προκαλέσει υποσκαφή (με απότομη κλίση) και να οδηγήσει σε κλιμακωτή διάβρωση προς τα ανάντη, με μεταγενέστερη εξέλιξη σε ολική αστάθεια.
- Ελεγχος ευστάθειας που μπορεί να προκληθεί από φόρτιση ή αποφόρτιση της κατολίσθησης από επιχώματα, τεχνικά έργα και εκσκαφές για τη νέα χάραξη.
- Ελεγχος ευστάθειας που μπορεί να επιβαρύνει τεχνικά έργα ή ανάλογα να επιβάλλει πλάγιες φορτίσεις σε αυτά.
- Ελεγχος προσωρινής αστάθειας κατά τη διάρκεια της κατασκευής.
- Η ύπαρξη υπόγειου ύδατος παίζει καθοριστικό ρόλο και πρέπει να υπολογίζεται για τις ακόλουθες περιπτώσεις :
- Τα υπόγεια νερά όπως μετρώνται στις γεωτεχνικές έρευνες.
- Η επίδραση έργων διευθετήσεων ποταμών στη στάθμη των υδάτων κατά τη διάρκεια πλημμυρών.
- Κανονικές ετήσιες διακυμάνσεις, όπως μετρώνται από πιεζόμετρα ή προβλέπονται βάσει εμπειρίας από παρόμοιες καταστάσεις.
- Η ανώτατη στάθμη υπογείου ορίζοντα 50-ετίας, βάσει εμπειρίας και υδρογεωλογικών εκτιμήσεων.
- Η επίδραση έργων αποστράγγισης και ελέγχου επιφανειακών υδάτων για την ταπείνωση της στάθμης του υπογείου ορίζοντα στις παραπάνω περιπτώσεις.
- Η αστοχία των έργων αποστράγγισης και ελέγχου επιφανειακών υδάτων.

### **2.2 Μελέτη αποκατάστασης κατολισθήσεων**

Σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα των αναλύσεων ευστάθειας και των παρακολουθήσεων εξέλιξης των φαινομένων της κατολίσθησης, προβλέπεται η εκπόνηση ειδικών μελετών αποκατάστασης των κατολισθητικών φαινομένων οι οποίες θα αναφέρονται ενδεικτικά ( και όχι περιοριστικά) στις ακόλουθες αρχές :

- Αφαίρεση εδαφικών μαζών από το ανώτερο τμήμα της κατολίσθησης ή/και τοποθέτηση αντιβάρου ποδός.

Ο σχεδιασμός των παραπάνω χωματουργικών παρεμβάσεων στην υπό έλεγχο περιοχή για την αναχαίτιση των κατολισθητικών φαινομένων θα πρέπει να λάβει υπόψη του τα παρακάτω σημαντικά γεγονότα :

- Η αφαίρεση γαιών από το ανώτερο τμήμα με τη μορφή αποφόρτισης θα γίνεται με τέτοια μέθοδο έτσι ώστε να αποφεύγεται οποιοσδήποτε κίνδυνος προοδευτικής οπισθοχώρησης της κατολίθησης προς την ανάντη περιοχή.

- Η έδραση του επιχώματος με τη μορφή αντιβάρου ποδός θα πρέπει να γίνεται κατόπιν ελέγχου των συνθηκών θεμελίωσής του έναντι υπέρβασης των επιτρεπόμενων τάσεων, καθότι στην περιοχή αυτή ενδέχεται να εμφανίζεται ως στρώμα έδρασης ένας μανδύας σημαντικού πάχους από υλικά κατολίθησης.

- Ειδικά Τεχνικά Έργα αναχαίτισης της κατολίθησης (π.χ. πασσαλοδιαφράγματα, οπλισμένες γαίες, τοίχοι από συρματοκιβώτια κλπ).

Ο υπολογισμός των απαιτούμενων τεχνικών έργων αντιστήριξης θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς που διέπουν τη μελέτη της ανωδομής των τεχνικών έργων, εκτιμώντας τις ωθήσεις γαιών και τις παραμορφώσεις των δομικών στοιχείων αντιστήριξης τόσο στη φάση κατασκευής όσο και στη φάση λειτουργίας του έργου.

- Καταβιβασμός - μείωση της αναπτυσσόμενης πίεσης πόρων στην κρίσιμη διεπιφάνεια αστοχίας.

Ο σχεδιασμός του απαιτούμενου συστήματος αποστράγγισης θα πρέπει να περιλαμβάνει διαστασιολόγηση των παρακάτω αναφερόμενων (ενδεικτικά και όχι περιοριστικά) στοιχείων αποστράγγισης :

Κουρτίνα από βαθιές αποστραγγιστικές κατακόρυφες γεωτρήσεις ανάντη της περιοχής με εκφόρτιση σε διαπερατό υπόβαθρο ή σε στραγγιστικές σήραγγες, επιφανειακές στραγγιστικές τάφροι σε δίκτυο μορφής ψαροκόκκαλου, υδρομαστεύσεις με δίκτυο από υδρογεωτρήσεις, παραοριζόντιες αποστραγγιστικές διατρήσεις.

## 2.3 Συνδυασμοί φορτίσεων - Συντελεστές Ασφαλείας

Το άρθρο 12 του DIN 4084 και τα σχετικά άρθρα του ισχύοντος ΕΑΚ πρέπει να ερμηνεύονται σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 4.8, ο οποίος καθορίζει και τους κατά περίπτωση ελάχιστους απαιτούμενους συντελεστές ασφαλείας.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΓΙΑ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ**

a/a Συνδυασμού	1	2	3	4	5	6	7	8
Σεισμός	N	N	N	N	O	O	O	O
Ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα 50-ετίας	N	N	O	O	N	N	O	O
Αστοχία αγωγών αποστράγγισης	N	O	O	N	N	O	O	N
Περίπτωση φόρτισης (DIN 1054, Άρθρο 2.2)					3	2	1	

Απαιτούμενος συντελεστής ασφαλείας	-	-	1,0	-	1,2	1,3	1,4	-
------------------------------------	---	---	-----	---	-----	-----	-----	---

όπου :

### Σεισμός

N Σεισμός σχεδιασμού σύμφωνα με τον ΕΑΚ, παραγρ. 5.4.

O Oχι σεισμός.

### Ανώτατη στάθμη υπογείου ορίζοντα 50-ετίας

N Προβλεπόμενη ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα 50-ετίας.

O Προβλεπόμενη ετήσια ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα.

### Αστοχία αγωγών αποστράγγισης

N Οι αγωγοί αποστράγγισης δεν έχουν καμία επίδραση στην ετήσια ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα και στη στάθμη της 50-ετίας.

O Οι αγωγοί αποστράγγισης επιτυγχάνουν το στόχο τους να ταπεινώσουν την ετήσια ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα και τη στάθμη της 50-ετίας

Για τους συνδυασμούς α/α 3, 5, 6 και 7 πρέπει να υπολογίζονται πάντοτε συντελεστές ασφαλείας. Ο συνδυασμός με α/α 8 πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στις περιπτώσεις που η απαιτούμενη ταπείνωση της στάθμης του υπογείου ορίζοντα είναι μεγάλη.

Εναλλακτικά στην περίπτωση φορτίου σεισμού (α/α 3) μπορεί να εφαρμόζεται η μέθοδος των ανεκτών παραμορφώσεων για αστοχία επί της προϋπάρχουσας επιφάνειας ολίσθησης.

**2.4** Παράλληλα με τα ανωτέρω αναφερόμενα ισχύουν και τα προβλεπόμενα για την μελέτη κατολισθήσεων στην ΚΥΑ ΔΜΕΟ/δ/ο/1759/12-11-1998 (ΦΕΚ Β1221/98)

## 3 Θεμελιώσεις Τεχνικών Έργων

### 3.1 Κανονισμοί - Γενικές θεωρήσεις

Οι προτεινόμενες μεθοδολογίες θεμελίωσης της γεωτεχνικής μελέτης θα ακολουθούν τις αρχές των κανονισμών DIN, βελτιωμένες με νεότερες θεωρήσεις ή άλλες ισοδύναμες μεθόδους για εξειδικευμένα θεμέλια. Ως γενικές θεωρήσεις των γεωτεχνικών μελετών θα λαμβάνονται οι ακόλουθες :

α) Οι προτεινόμενες θεμελιώσεις θα ελέγχονται, τόσο για άμεση φόρτιση όσο και για μακροπρόθεσμες συνθήκες. Οι παράμετροι που μετρώνται σε σχέση με τις ενεργές τάσεις θα χρησιμοποιηθούν για τις μακροπρόθεσμες συνθήκες και ολικών τάσεων (ανάλογα και με τον τύπο του εδάφους) για βραχυχρόνιες συνθήκες φόρτισης.

β) Ως «Ασφαλής Φέρουσα Τάση», ορίζεται η Οριακή Φέρουσα Ικανότητα διαιρούμενη με ένα συντελεστή ασφαλείας ίσο με 3. Αν οι εκτιμήσεις καθιζήσεων δείξουν ότι η παραδοχή αυτή είναι συντηρητική, τότε ο συντελεστής ασφαλείας μπορεί να μειωθεί στο 2,5.

Η παραπάνω τιμή θα ελέγχεται επίσης ως προς την συμβατότητά της με τις υπολογιζόμενες μακροπρόθεσμες καθιζήσεις, έτσι ώστε από την συναξιολόγηση των κριτηρίων φέρουσας ικανότητας και καθιζήσεων να προκύπτει η «Επιτρεπόμενη Φέρουσα Τάση».

γ) Οι άμεσες και μακροπρόθεσμες καθιζήσεις θα αξιολογούνται για όλα τα στοιχεία θεμελίωσης των τεχνικών έργων. Οι αποδεκτές καθιζήσεις και διαφορικές καθιζήσεις θα καθορίζονται γενικά από τον στατικό μελετητή ανάλογα με το είδος και τα στοιχεία του φορέα και θα χρησιμοποιούνται ως δεδομένα στη γεωτεχνική μελέτη πρότασης θεμελίωσης.

δ) Όλες οι θεμελιώσεις θα πρέπει να αποδειχθεί ότι διαθέτουν αποδεκτή «Ασφαλή Φέρουσα Τάση» και «Επιτρεπόμενη Φέρουσα Τάση»

ε) Τα εδάφη για τα οποία, από τις ταχείες αστράγγιστες εργαστηριακές δοκιμές, προκύπτει ότι έχουν γωνία τριβής  $\phi$  αρκετά μεγαλύτερη του μηδενός (π.χ. μεγαλύτερη από 7 μοίρες), θα πρέπει να θεωρούνται ως ακόρεστα. Η τιμή  $c_u$  που θα εφαρμόζεται στους υπολογισμούς φέρουσας ικανότητας θα καθορίζεται από εργαστηριακές δοκιμές στην κατάλληλη τιμή ορθής τάσης, και η τιμή  $\phi$  δεν θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς

στ) Όπου οι φορτίσεις και η καθίζηση των επιχωμάτων πρόσβασης θα προκαλέσουν πρόσθετη καθίζηση στις θεμελιώσεις των ακρόβαθρων, πρόσθετα οριζόντια φορτία και αρνητική τριβή στους πασσάλους, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της μελέτης οι φάσεις κατασκευής επιχωμάτων-γέφυρας. Σε τέτοιες περιπτώσεις, και όταν αυτό είναι αποδεκτό σε σχέση με το πρόγραμμα κατασκευής, τα επιχώματα θα πρέπει να κατασκευάζονται πριν τις θεμελιώσεις της γέφυρας αφήνοντας ένα διάστημα στερεοποίησης για να ελαχιστοποιηθούν τα παραπάνω φαινόμενα. Οι καθιζήσεις των θεμελίων της γέφυρας είναι πιο κρίσιμες μετά την κατασκευή του φορέα της γέφυρας και, επομένως, η κατασκευή θα πρέπει να καθυστερήσει όσο είναι δυνατόν, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η διαφορική καθίζηση ανάμεσα στα ακρόβαθρα και τα παρακείμενα βάθρα. Μπορεί, επίσης, να είναι απαραίτητο να επιταχυνθεί η καθίζηση στερεοποίησης της θεμελίωσης του επιχώματος .

ζ) Όταν μία θεμελίωση βρίσκεται πάνω σε πρανές, η επίδραση που θα έχει το πρανές θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στην αξιολόγηση της ασφαλούς φέρουσας τάσης της θεμελίωσης. Η γενική ευστάθεια του πρανούς και της θεμελίωσης υπό την επίδραση φορτίων θα πρέπει να αναλυθεί με συμβατικές κυκλικές και μη-κυκλικές μεθόδους, όπως προβλέπεται, με προβλεπόμενο ανώτατη στάθμη υπόγειου ορίζοντα 50-ετίας. Για τη γενική ευστάθεια απαιτείται συντελεστής ασφάλειας τουλάχιστον 1.4.

η) Σε περίπτωση εδάφους θεμελίωσης που αποτελείται από χαλαρά κοκκώδη κορεσμένα υλικά θα γίνεται έλεγχος σε ρευστοποίηση σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8: Μέρος 5 και ΕΑΚ 2000. Επιπλέον, θα υπολογίζεται το δυναμικό της ρευστοποίησης (π.χ. Iwasaki et al., 1982) έτσι ώστε να ποσοτικοποιείται η σοβαρότητα του κινδύνου ρευστοποίησης και να εκτιμάται η αναγκαιότητα σχεδιασμού κατάλληλων μέτρων.

θ) Όλες οι προτεινόμενες μεθοδολογίες μελέτης θεμελίωσης τεχνικών έργων μπορούν να βασίζονται σε επί τόπου δοκιμές εδαφομηχανικής και βραχομηχανικής ή σε συνδυασμό αυτών με κατάλληλες εργαστηριακές δοκιμές. Οι κυριότερες επί τόπου δοκιμές που

επιτρέπουν διαστασιολόγηση θεμελιώσεων είναι ενδεικτικά (και όχι περιοριστικά) οι ακόλουθες :

- Δοκιμές Τυποποιημένης Διείσδυσης (SPT). Ως μέγιστη τιμή N για κοκκώδη εδάφη θα λαμβάνεται η τιμή 50 και για βραχώδη η τιμή 100.
- Δοκιμαστική φόρτιση εδαφών με πλάκα.
- Δοκιμαστική φόρτιση πασσάλου ή ομάδας πασσάλων.
- Δοκιμή πενετρομέτρου.
- Δοκιμή πρεσσιομέτρου ή ντιλατομέτρου.
- Δοκιμή πτερυγίου.

Η κατά περίπτωση ακολουθούμενη μεθοδολογία αναφέρεται στις αντίστοιχες διεθνείς βιβλιογραφικές αναφορές. Ο αριθμός και η συχνότητα των απαιτούμενων δοκιμών αναφέρεται στο κεφάλαιο 3 «Γεωτεχνική έρευνα και αξιολόγηση».

### **3.2 Πλευρικά φορτία στα Τεχνικά Έργα**

Όπου η χάραξη περνά από περιοχές ασταθών εδαφών σε κεκλιμένες επιφάνειες, υπάρχει η πιθανότητα μετακίνησης του εδάφους και εφαρμογής πλευρικών ωθήσεων στα τεχνικά έργα μεγαλύτερων από τις ενεργές ή τις σε ηρεμία.

Στις περιπτώσεις αυτές, ο γεωτεχνικός μελετητής (εδαφομηχανικός), σε στενή συνεργασία με τον στατικό μελετητή, θα καθορίσουν ποια προσέγγιση θα ακολουθηθεί:

α) Σταθεροποίηση του εδάφους για την πρόληψη πιέσεων που προκαλούνται από τη μετακίνηση του εδάφους. Στην περίπτωση αυτή οι πιέσεις επί του τεχνικού έργου μπορούν να ληφθούν από το DIN 4085.

β) Απομόνωση της κατασκευής από το τμήμα του εδάφους στο οποίο αναμένεται να εκδηλωθεί η μετακίνηση εδάφους, με τη δημιουργία κενού γύρω από την κατασκευή. Στη περίπτωση αυτή το κενό θα μελετηθεί έτσι ώστε να μετακινείται με το έδαφος. Οι πιέσεις στην κατασκευή που διαμορφώνει το κενό μπορεί να ληφθούν από τον κανονισμό DIN 4085.

γ) Μελέτη της κατασκευής κατά τρόπον ώστε να συγκρατεί το έδαφος και να φέρει τα προκύπτοντα φορτία. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να προκύψουν πολύ μεγάλα φορτία και να απαιτηθούν ειδικές τεχνικές μελέτης.

Η περίπτωση **α** μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τις περιπτώσεις **β** και **γ** για να προσδώσουν πρόσθετη ασφάλεια στη μελέτη.

### **3.3 Επιφανειακές θεμελιώσεις**

Κατά τη γεωτεχνική μελέτη η πρόταση εφαρμογής επιφανειακών θεμελιώσεων θα πρέπει να συνοδεύεται από τους ελέγχους φέρουσας ικανότητας του υπεδάφους, αναμενόμενων άμεσων και χρόνιων καθιζήσεων (ολικών και διαφορικών) παράλληλα με τον εκτιμώμενο χρόνο εξέλιξής τους, ρευστοποίησης υπό ειδικές συνθήκες φόρτισης και καθορισμού των παραμέτρων που απαιτούνται από την στατική μελέτη θεμελίωσης του τεχνικού έργου, όπως του μέτρου ελαστικότητας, των ωθήσεων γαιών τόσο βραχυχρόνια όσο και μακροχρόνια

καθώς και την σεισμική επικινδυνότητα του εδάφους θεμελίωσης. Εάν προτείνεται βελτίωση εδάφους θα πρέπει να περιλαμβάνονται και λεπτομέρειες της μελέτης.

### **3.4 Βαθιές θεμελιώσεις**

Κατά τη γεωτεχνική μελέτη η πρόταση εφαρμογής βαθιών θεμελιώσεων θα τεκμηριώνεται κατ' αρχήν με την απόρριψη (για λόγους τεχνικούς, οικονομικούς, κατασκευαστικούς ή άλλους) της μεθόδου εφαρμογής επιφανειακών θεμελιώσεων στο υπό έλεγχο έργο. Στους τεχνικούς λόγους περιλαμβάνεται μη εκπλήρωση των απαιτήσεων φέρουσας ικανότητας, καθιζήσεων, ρευστοποίησης ή άλλων. Η πρόταση εφαρμογής βαθιών θεμελιώσεων θα πρέπει να συνοδεύεται από το είδος των πασσάλων, εκτίμηση του οριακού κατακόρυφου φορτίου μεμονωμένου πασσάλου και ομάδας πασσάλων, του μέτρου ελαστικότητας και της κατανομής του, των πιθανών αρνητικών πλευρικών τριβών, του οριακού φορτίου εφελκυσμού μεμονωμένου και ομάδας πασσάλων καθώς και τη σεισμική επικινδυνότητα της στρώσης έδρασης των αιχμών των πασσάλων. Ο Μελετητής θα καθορίσει επίσης τον αριθμό των πασσάλων που θα δοκιμασθούν και τις διαδικασίες που θα υιοθετηθούν.

Αντίστοιχα, η γεωτεχνική και γεωστατική διαστασιολόγηση βαθιών θεμελιώσεων με φρεατοθεμέλια αποτελεί επίσης ιδιαίτερο αντικείμενο γεωτεχνικής μελέτης παράλληλα με τη στατική μελέτη της ανωδομής και του στοιχείου θεμελίωσης και είναι σε άμεση συνάρτηση με τη μεθοδολογία που διατίθεται για την κατασκευή τους, τα μηχανικά μέσα και μηχανήματα που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο κατασκευαστής, τις επιφανειακές συνθήκες καθώς και τον διαθέσιμο χώρο που υπάρχουν.

Ο γεωτεχνικός σχεδιασμός και η γεωστατική διαστασιολόγηση φρεατοθεμελίων θα πρέπει να περιλαμβάνει σε συνδυασμό με την εφαρμοζόμενη μεθοδολογία κατασκευής, τους ελέγχους της φέρουσας ικανότητας του υπεδάφους στην αιχμή του στοιχείου θεμελίωσης, της διατμητικής αντοχής και των τριβών που μπορούν να αναπτυχθούν στην περίμετρό του, καθώς και την αντοχή του σε οριζόντιες δράσεις και ροπές έτσι ώστε να προκαλούνται ανεκτές μετακινήσεις. Πρόσθετα επίσης στοιχεία της γεωτεχνικής μελέτης φρεατοθεμελίων είναι οι γεωτεχνικοί έλεγχοι που αφορούν την εντατική και παραμορφωσιακή κατάσταση του περιβάλλοντος εδάφους, την εκτίμηση των αναμενόμενων υποχωρήσεων, καθώς και τους ελέγχους ευστάθειας, των τοιχωμάτων κατά την εκσκαφή και πριν τη σκυροδέτηση. Τέλος απαραίτητος θεωρείται ο γεωτεχνικός έλεγχος του φυσικού πρανούς στην περιοχή που το στοιχείο θεμελίωσης κατασκευάζεται σε μικρή απόσταση από αυτό και φαινομένων αποκόλλησης σφήνας θραύσης (block failure) από την συγκέντρωση υψηλών πιέσεων στο υπέδαφος.

### **3.5 Ειδικές θεμελιώσεις**

#### **Πάσσαλοι μικρής διαμέτρου**

Με τον όρο "πάσσαλοι μικρής διαμέτρου" νοούνται μικροί, προδιατρηόμενοι ενεσοπάσσαλοι (ριζοπάσσαλοι, μικροπάσσαλοι) τελικής διαμέτρου 15 - 28 cm, έγχυτοι ή σύνθετοι, με σπλισμό από χάλυβα και ελικοειδείς συνδετήρες ή κατάλληλου τύπου σιδηροδοκό.

Κατά την γεωτεχνική μελέτη θα πρέπει να προσδιορίζεται η οριακή φέρουσα ικανότητα έναντι θλίψεως και εφελκυσμού και η αντίστοιχη λειτουργία με την εφαρμογή των παρακάτω

συντελεστών ασφαλείας που προβλέπεται για τις αντίστοιχες περιπτώσεις φόρτισης 1 - 2 - 3 του DIN 1054 και είναι :

$F = 2,0$  Περίπτωση φόρτισης 1

$F = 1,75$  Περίπτωση φόρτισης 2

$F=1,30$  Περίπτωση φόρτισης 3 (κατά E39/99)

Ως πιθανή μέθοδος αναφέρεται η προβλεπόμενη στο DIN 4128 και 1054 όπως και άλλες δόκιμες μέθοδοι. Η επιτρεπόμενη φόρτιση πασσάλου μπορεί επίσης να καθορίζεται με βάση δοκιμαστικές φορτίσεις που θα εκτελούνται σύμφωνα με τον Κανονισμό 1054 - Παράρτημα 5.8, Νοέμβριος 1976, σε ποσοστό τουλάχιστον 3% του πλήθους των πασσάλων.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίδεται κατά την επιλογή της διαμέτρου των ριζοπασσάλων έτσι ώστε να εξασφαλίζεται πάντοτε η απαιτούμενη επικάλυψη του χρησιμοποιούμενου οπλισμού σε σχέση με την δραστικότητα του περιβάλλοντος εδάφους. Οι ελάχιστες επικαλύψεις καλύπτονται από τον Πίνακα 1 του DIN 4128.

## **4 Αντιστηρίξεις**

### **4.1 Γενικά**

Όταν κατά τη γεωτεχνική μελέτη των χωματοургικών έργων και λόγω γεωμετρίας σχεδιασμού δεν εξασφαλίζεται ο απαιτούμενος συντελεστής ασφαλείας έναντι ευστάθειας (εσωτερικής ή συνολικής), πρέπει να μελετώνται πρόσθετα μέτρα αντιστήριξης όπως αγκυρώσεις, τεχνικά έργα ή οπλισμένο έδαφος. Δεδομένου ότι τα θέματα γεωτεχνικής μελέτης τόσο των τεχνικών έργων ως προς τις συνθήκες θεμελίωσής τους όσο και του οπλισμένου εδάφους αντιμετωπίζονται στα αντίστοιχα οικεία κεφάλαια του παρόντος τεύχους προδιαγραφών, παρακάτω αναπτύσσονται και σχολιάζονται κυρίως τα θέματα των αγκυρώσεων. Σχετικά με την μεθοδολογία αντιστήριξης με τεχνικά έργα γίνεται μια πρόσθετη αναφορά σε ορισμένες κρίσιμες γεωτεχνικές παραμέτρους που πρέπει να καθορίζονται από τη γεωτεχνική μελέτη για τη σύνταξη της στατικής μελέτης του τεχνικού έργου αντιστήριξης.

### **4.2 Αγκυρώσεις**

Με τον όρο «αγκύρωση» νοείται μία πρόσθετη εξωτερική δύναμη που επιβάλλεται σε κατάλληλη θέση για να τροποποιήσει τις συνθήκες ισορροπίας μιας εδαφικής μάζας και να βελτιώσει την ευστάθειά της. Ανάλογα με τη διάρκεια ζωής, οι αγκυρώσεις διακρίνονται σε προσωρινές (διάρκεια σχεδιασμού έως 2 έτη) και σε μόνιμες (διάρκεια σχεδιασμού ίση με τη διάρκεια ζωής του τεχνικού ή χωματοургικού έργου που ανήκει). Από την άποψη της στατικής - εδαφομηχανικής λειτουργίας του αγκυρίου και του ρόλου του γίνεται διάκριση σε 2 βασικές κατηγορίες, τα ενεργά (ή προεντεταμένα αγκύρια) και τα παθητικά αγκύρια (ή ηλώσεις), με την αντίστοιχη κατά περίπτωση μεθοδολογία κατασκευής.

Οι γεωτεχνικοί υπολογισμοί, κατασκευή και έλεγχος των προσωρινών και μόνιμων αγκυρώσεων θα πρέπει να γίνονται σύμφωνα με τον ισχύοντα Κανονισμό DIN 4125 (Μέρος 1ο και 2ο αντίστοιχα) ή με το BS 8081:1989 ή σύμφωνα με δόκιμες μεθόδους αναφερόμενες



στη διεθνή βιβλιογραφία (π.χ. Tomlinson (1995), "Foundation design and construction" 6<sup>th</sup> edition, Douglas and Arthur (1983) "A guide to the use of rock reinforcement in underground excavations", CIRIA Report 101). Απαραίτητο στοιχείο για την σύνταξη της γεωτεχνικής μελέτης θεωρείται η γνώση των γεωτεχνικών δεδομένων στην περιοχή των αγκυρώσεων.

Η σύνταξη της γεωτεχνικής μελέτης ενός έργου αντιστήριξης με αγκυρώσεις θα πρέπει να περιλαμβάνει (ενδεικτικά και όχι περιοριστικά) τα ακόλουθα στοιχεία :

- Γεωτεχνικές παράμετροι του εδάφους
- Επιβαλλόμενα φορτία
- Καθορισμός γεωμετρίας - μεθοδολογίας αντιστήριξης - προδιαγραφές υλικών
- Εκτίμηση μηκών αγκυρώσεων (ελεύθερο, πάκτωσης)
- Προσδιορισμός ωθήσεων γαιών και εντατικών μεγεθών που καταπονούν τα στοιχεία αντιστήριξης
- Ελεγχος ευστάθειας συστήματος αντιστήριξης (εσωτερική και συνολική ευστάθεια) σε κρίσιμες διατομές
- Προτάσεις για τυχόν απαιτήσεις εγκατάστασης οργάνων παρακολούθησης και δοκιμαστικών εξολκεύσεων
- Σχέδια όψεων, διατομών και κατόψεων με τα προτεινόμενα μέτρα αντιστήριξης

Η μελέτη θα πρέπει να εξετάζει την επίδραση που θα έχει στο σύνολο του συστήματος αγκύρωσης, η περίπτωση αστοχίας ανάληψης του φορτίου σχεδιασμού από ένα ή περισσότερα αγκύρια.

### **4.3 Τεχνικά έργα αντιστήριξης**

Στα τεχνικά έργα αντιστήριξης περιλαμβάνονται τοίχοι αντιστήριξης βαρύτητας, μεταλλικοί ή έγχυτοι πασσαλότοιχοι και πασσαλοδια-φράγματα, έγχυτες ή μεταλλικές πασσαλοσανίδες, διαφραγματικοί τοίχοι, προσωρινές ή μόνιμες αντηρίδες κλπ. Για την ολοκλήρωση της στατικής μελέτης του αντίστοιχου τεχνικού έργου αντιστήριξης (με ή χωρίς αγκυρώσεις) ισχύουν τα προαπαιτούμενα γεωτεχνικά δεδομένα και τα απαραίτητα στοιχεία της γεωτεχνικής μελέτης που προαναφέρθηκαν σε αντιστοιχία με τις απαιτήσεις της γεωτεχνικής μελέτης θεμελίωσης του αντίστοιχου έργου.

## **5 Βελτίωση Εδάφους**

### **5.1 Γενικά**

Η βελτίωση Συνθηκών Εδάφους Θεμελίωσης αποβλέπει στην βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών των εδαφών πριν επιβληθούν τα φορτία της ανωδομής (τεχνικά ή κτιριακά έργα, επιχώματα κλπ). Η βελτίωση μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους όπως με εξυγίανση, με εκσκαφή και αντικατάσταση, με προφόρτιση, με βαθιά κατακόρυφα στραγγιστήρια, με δυναμική συμπύκνωση, με δονητική συμπύκνωση, με εισαγωγή ενέματος καθώς και με άλλες μεθόδους που μπορεί να κριθούν πρόσφορες.

Οι μελέτες βελτίωσης αναφέρονται αιτιολογημένα στις μεθόδους που έχουν εφαρμογή στη συγκεκριμένη περίπτωση και με χονδρική προσέγγιση επιλέγουν με τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά κριτήρια μία ή περισσότερες μεθόδους.

Σχετικά με την βελτίωση εδάφους παράλληλα με τα αναφερόμενα στην παρούσα παράγραφο 5 ισχύουν και τα προβλεπόμενα στην ΚΥΑ ΔΜΕΟ/δ/ο/1759/12-11-1998 (ΦΕΚ Β1221/98)

## **5.2 Εξυγίανση εδάφους**

Σκοπός είναι η βελτίωση των συνθηκών θεμελίωσης με εκσκαφή τμήματος ή του συνόλου του υπάρχοντος εδάφους με πτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά και αντικατάστασή του με εξυγιαντική στρώση που διαθέτει αυξημένη αντοχή και πολύ μικρή συμπίεστότητα.

Η εξυγιαντική στρώση θα πρέπει να περιγράφεται και απεικονίζεται ως προς τις διαστάσεις της, την προβλεπόμενη σύνθεσή της, τις μεθόδους κατασκευής και συμπίκνωσης με σχετικές οδηγίες και τις παραμέτρους μηχανικής συμπεριφοράς που αναμένεται να διαθέτει.

## **5.3 Προφόρτιση**

### **Σκοπός**

Σκοπός της προφόρτισης είναι η βελτίωση των χαρακτηριστικών συμπίεστότητας και αντοχής εδαφών προ της επιβολής των φορτίων (επιχώματα, τεχνικά έργα), μέσω φόρτισης. Στην περίπτωση που η προφόρτιση υπερβαίνει το μέγεθος των πραγματικών φορτίων του έργου ονομάζεται επιφόρτιση. Συνήθως, χρησιμοποιείται επιφόρτιση όπου είναι επιθυμητό να πραγματοποιηθεί, πριν από την έναρξη λειτουργίας του έργου, ένα σημαντικό μέρος των αναμενόμενων υποχωρήσεων, ώστε τελικά οι παραμένουσες, απόλυτες και διαφορικές υποχωρήσεις της περατωμένης κατασκευής, να έχουν ένα αποδεκτό μέγεθος. Η μέθοδος της προφόρτισης (ή επιφόρτισης) μπορεί να συνδυαστεί και με βαθιά κατακόρυφα στραγγιστήρια.

### **- Απαιτούμενες γεωτεχνικές πληροφορίες**

- Στρωματογραφία εδάφους.
- Χαρακτηριστικά στερεοποίησης (πρωτεύουσας και δευτερεύουσας).
- Υδατοπερατότητα, αντοχή.
- Στάθμη και συμπεριφορά υπόγειου ορίζοντα.
- Παρουσία οργανικών.

### **- Η γεωτεχνική μελέτη προφόρτισης αποβλέπει :**

α) Στον καθορισμό του μεγέθους της επιφόρτισης, με βάση τις παρακάτω πληροφορίες :

- Διαστάσεις και γεωμετρία της μόνιμης κατασκευής.
- Αντοχή εδάφους και χαρακτηριστικά της στερεοποίησης.
- Πρόγραμμα κατασκευής.

β) Στον καθορισμό της σταδιακής εφαρμογής της απαιτούμενης επιφόρτισης, με βάση τις παρακάτω παραμέτρους :

- Αστράγγιστη διαμητρική αντοχή του εδάφους.

- Υδροπερατότητα.
  - Χαρακτηριστικά στερεοποίησης.
- γ) Στον καθορισμό των οργάνων μέτρησης.
- δ) Στην ανάλυση συμπεριφοράς της μόνιμης κατασκευής.

**- Η μελέτη θα περιέχει :**

- α) Καθορισμό των γεωτεχνικών παραμέτρων υπολογισμού.
- β) Σύνταξη αντιπροσωπευτικών εδαφικών τομών.
- γ) Περιγραφή του έργου που θα κατασκευαστεί.
- δ) Ειδικά θέματα που συνδέουν το έργο με το έδαφος και τις γειτονικές κατασκευές (εκσκαφές, αντλήσεις, προσπελάσεις κλπ).
- ε) Γεωτεχνικούς υπολογισμούς των προσωρινών και μόνιμων έργων με τις βασικές γεωτεχνικές παραμέτρους σχεδιασμού που έχουν επιλεγεί. Οι υπολογισμοί θα περιλαμβάνουν.
- Φέρουσα ικανότητα των θεμελιώσεων, άμεση και μακροχρόνια.
  - Υπολογισμούς απολύτων και διαφορικών υποχωρήσεων (ελαστικές, λόγω στερεοποίησης, επιφόρτισης, κλπ).
  - Σύγκριση της αναμενόμενης συμπεριφοράς βάσει των υπολογισμών με τις απαιτήσεις του έργου (π.χ. συντελεστές ασφαλείας έναντι θραύσεως, αποδεκτές υποχωρήσεις κλπ).
  - Ανάλυση επιπτώσεων λόγω δυναμικών φορτίσεων (Σεισμός, υπόγεια ροή, δονήσεις κλπ).
  - Υπολογισμούς ευστάθειας και συμπεριφοράς των προσωρινών έργων, όπως αντιστηρίξεις, αντλήσεις κλπ.
  - Καθορισμός θεμελίων και προσωρινών έργων με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς.
- στ) Πρόταση για παρακολούθηση των καθιζήσεων που θα περιλαμβάνει περιγραφή των οργάνων μέτρησης, θέσεις τους και πρόγραμμα μετρήσεων.
- ζ) Περιγραφή όλων των σταδίων κατασκευής μέχρι την ολοκλήρωση της μόνιμης κατασκευής.
- η) Σχέδια που θα δείχνουν το εύρος κατάληψης και ύψος της προφόρτισης, τον κάρναβο των τυχόν πρόσθετων μέτρων βελτίωσης (π.χ. κατακόρυφα στραγγιστήρια) και τις θέσεις των οργάνων μέτρησης.

Οι υπολογισμοί θα αντιστοιχούν σε κάθε στάδιο της μελέτης με τα διατιθέμενα φορτία και διαστάσεις του έργου και θα είναι σύμφωνοι με τους ισχύοντες κανονισμούς.

## 5.4 Δυναμική συμπίκνωση

### Σκοπός

Βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους με την επαναλαμβανόμενη εφαρμογή υψηλής έντασης κρούσης στο έδαφος, με την πτώση ενός μεγάλου βάρους (συνήθως 100 -200 KN) συνήθως από ύψος 10 - 25 m σε κορυφές επιλεγμένου καννάβου σε διάφορες θέσεις (διελεύσεις).

### Απαιτούμενες γεωτεχνικές πληροφορίες

Επί τόπου δοκιμές (πρεσσιομετρήσεις, δοκιμές πτερυγίου, δοκιμές πενετρομετρήσεων με ολλανδικό κώνο, δοκιμές τυποποιημένης διελεύσεως SPT), δοκιμαστικές φορτίσεις κλπ, γεωτρήσεις, εργαστηριακές δοκιμές .

Για περιπτώσεις αστικών μπαζών οι δοκιμές δίνουν στοιχεία περιορισμένης αξιοπιστίας, και η εκτέλεση δοκιμαστικού πεδίου συμπίκνωσης σε περιορισμένη έκταση θεωρείται απαραίτητη για να καθοριστεί η μέθοδος της εφαρμογής της .

Αντικείμενο μελέτης είναι ο καθορισμός του καννάβου κρούσεων, ο καθορισμός της ενέργειας κρούσεων, ο καθορισμός του αριθμού διελεύσεων (φάσεις) καθώς και η εκτίμηση των επιπτώσεων επί των ομόρων κατασκευών.

Γενικά συνιστάται η εφαρμογή δοκιμαστικού πεδίου κατά τη μελέτη έτσι ώστε να καθορίζονται οι κρίσιμες παράμετροι της γεωτεχνικής μελέτης.

Η μελέτη θα περιλαμβάνει :

- α) Καθορισμό των γεωτεχνικών παραμέτρων υπολογισμού.
- β) Σύνταξη αντιπροσωπευτικών εδαφικών τομών.
- γ) Περιγραφή του έργου που θα κατασκευαστεί.
- δ) Ειδικά θέματα που συνδέουν το έργο με το έδαφος και τις γειτονικές κατασκευές (εκσκαφές, αντλήσεις, προσπελάσεις κλπ).
- ε) Υπολογισμοί. Οι υπολογισμοί θα περιλαμβάνουν :
  - Φέρουσα ικανότητα των θεμελιώσεων, άμεση και μακροχρόνια.
  - Υπολογισμούς απολύτων και διαφορικών υποχωρήσεων (ελαστικές, λόγω στερεοποιήσεως, επιφόρτισης, κλπ).
  - Σύγκριση της αναμενόμενης συμπεριφοράς βάσει των υπολογισμών με τις απαιτήσεις του έργου (π.χ. συντελεστές ασφαλείας έναντι θραύσεως, αποδεκτές υποχωρήσεις κλπ).
  - Ανάλυση επιπτώσεων λόγω δυναμικών φορτίσεων (Σεισμός, υπόγεια ροή, δονήσεις κλπ).
  - Υπολογισμούς ευστάθειας και συμπεριφοράς των προσωρινών έργων, όπως αντιστηρίξεις, αντλήσεις κλπ.
  - Καθορισμός θεμελίων και προσωρινών έργων με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς.

στ) Σχέδια που θα δείχνουν τον προς εφαρμογή κάρναβο της δυναμικής συμπύκνωσης, τις φάσεις συμπύκνωσης καθώς και λεπτομέρειες σχετικές με τα εδαφοτεχνικά δεδομένα πριν και μετά την εφαρμογή της μεθόδου.

Οι υπολογισμοί θα αντιστοιχούν σε κάθε στάδιο της μελέτης με τα διατιθέμενα φορτία και διαστάσεις του έργου και θα είναι σύμφωνοι με τους ισχύοντες κανονισμούς.

## **5.5 Βαθιά Δονητική συμπύκνωση**

### **Σκοπός**

Βελτίωση της φέρουσας ικανότητας και μείωση των υποχωρήσεων χαλαρών κοκκωδών και ενίοτε κορεσμένων υλικών θεμελιώσεως. Αυτή επιτυγχάνεται με τη βοήθεια δονητικής τορπίλης, που δημιουργεί οριζόντιες δονήσεις επαρκούς μεγέθους ώστε να μειωθούν προσωρινά οι τριβές μεταξύ των κόκκων του εδάφους και το χαλαρό έδαφος να αναδομηθεί σε πυκνότερη κατάσταση. Αντίστοιχη εφαρμογή, με τη βοήθεια δονητικής τορπίλης και ταυτόχρονη πλήρωση των οπών με κοκκώδες υλικό, είναι και η κατασκευή χαλικοπασσάλων σε μαλακά αργιλικά εδάφη (μέθοδος vibrodisplacement για μαλακά ως συνεκτικά και vibroreplacement για πολύ μαλακά εδάφη). Οι χαλικοπάσσαλοι λειτουργούν επίσης ως στραγγιστήρια.

### **Απαιτούμενες γεωτεχνικές πληροφορίες**

- Γεωτεχνική τομή του εδάφους.
- Κοκκομετρική διαβάθμιση εδάφους προς βελτίωση, για κάθε στρώση.
- Επί τόπου ξηρά πυκνότητα.
- Λόγος κενών.
- Φυσική υγρασία.
- Συνιστάται εφαρμογή δοκιμαστικού πεδίου.

### **Αντικείμενο μελέτης**

Αποσκοπεί στην ικανοποίηση κριτηρίων συμπεριφοράς από την άποψη αποδεκτών ολικών και διαφορικών υποχωρήσεων. Καθορίζονται οι :

- Αποστάσεις των κέντρων συμπύκνωσης.
- Το βάθος διείσδυσης και
- Η κοκκομετρική διαβάθμιση υλικού πλήρωσης των οπών.

Η μελέτη θα περιέχει :

- α) Καθορισμό των γεωτεχνικών παραμέτρων υπολογισμού.
- β) Σύνταξη αντιπροσωπευτικών εδαφικών τομών.
- γ) Περιγραφή του έργου που θα κατασκευαστεί.
- δ) Ειδικά θέματα που συνδέουν το έργο με το έδαφος και τις γειτονικές κατασκευές (εκσκαφές, αντλήσεις, προσπελάσεις κλπ).

ε) Υπολογισμοί.

Οι υπολογισμοί θα περιλαμβάνουν :

- Φέρουσα ικανότητα των θεμελιώσεων, άμεση και μακροχρόνια.
- Εκτίμηση απολύτων και διαφορικών υποχωρήσεων (ελαστικές, λόγω στερεοποιήσεως, επιφόρτισης, κλπ).
- Σύγκριση της αναμενόμενης συμπεριφοράς βάσει των υπολογισμών με τις απαιτήσεις του έργου (π.χ. συντελεστές ασφαλείας έναντι θραύσεως, αποδεκτές υποχωρήσεις κλπ).
- Ανάλυση επιπτώσεων λόγω δυναμικών φορτίσεων (Σεισμός, υπόγεια ροή, δονήσεις κλπ).
- Καθορισμός θεμελίων και προσωρινών έργων με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς.

στ) Σχέδια που θα περιλαμβάνουν τον προς εφαρμογή κάρναβο της δονητικής συμπύκνωσης καθώς και λεπτομέρειες σχετικές με τα εδαφοτεχνικά δεδομένα πριν και μετά την εφαρμογή της μεθόδου.

Οι υπολογισμοί θα αντιστοιχούν σε κάθε στάδιο της μελέτης με τα διατιθέμενα φορτία και διαστάσεις του έργου και θα είναι σύμφωνοι με τους ισχύοντες κανονισμούς.

## **5.6 Τσιμεντενέσεις**

### **Σκοπός**

Σκοπός είναι η βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του εδάφους δια της εισπίεσεως ενέματος ώστε το μίγμα εδάφους - ενέματος να παρέχει αυξημένη αντοχή σε θραύση και μειωμένη παραμορφωσιμότητα. Παρεμφερής είναι και η μέθοδος jet grouting.

Το πεδίο εφαρμογής της μεθόδου αναφέρεται τόσο σε αδρομερή εδάφη όσο και σε βράχους με ασυνέχειες, ρηγματώσεις, έγκοιλα.

### **Απαιτούμενες πληροφορίες**

Απαιτούνται πληροφορίες για την εκτίμηση της δυνατότητας του εδάφους ή του βράχου να δεχθεί ένεμα χωρίς ανεξέλεγκτη διείσδυση - απορρόφηση. Τα στοιχεία πρέπει να περιλαμβάνουν πληροφορίες για την κατάταξη των εδαφών, τη στρωματογραφία, τη γεωλογική δομή, τη διαπερατότητα όπως επίσης και στοιχεία τεκτονικών διαρρήξεων και ασυνεχειών, διάβρωσης και αποσάθρωσης για τους βράχους. Επίσης απαιτούνται στοιχεία για τον υπόγειο ορίζοντα και τη χημική σύσταση και δραστηριότητα του νερού. Γενικά συνιστάται η εφαρμογή δοκιμαστικού πεδίου τσιμεντενέσεων για τον καθορισμό των παραμέτρων μελέτης.

### **Αντικείμενο μελέτης**

Αντικείμενο της μελέτης είναι να προσδιορισθούν οι αναλογίες του ενέματος, τυχόν απαιτούμενα πρόσμικτα υλικά, η πίεση εφαρμογής των ενέσεων, ο κάρναβος εφαρμογής και τα βήματα και μήκη εφαρμογής.

Η μελέτη θα περιέχει :

- α) Καθορισμό των γεωτεχνικών παραμέτρων υπολογισμού.
- β) Αντιπροσωπευτικές εδαφικές τομές.
- γ) Περιγραφή του έργου που θα κατασκευαστεί.
- δ) Τα ειδικά θέματα που συνδέουν το έργο με το έδαφος και τις γειτονικές κατασκευές.
- ε) Υπολογισμοί.

Οι υπολογισμοί θα περιλαμβάνουν :

- Φέρουσα ικανότητα των θεμελιώσεων των μονίμων έργων (άμεση και μακροχρόνια).
- Εκτίμηση απολύτων και διαφορικών υποχωρήσεων (ελαστικές, λόγω επιφόρτισης, κλπ).
- Σύγκριση της αναμενόμενης συμπεριφοράς βάσει των υπολογισμών με τις απαιτήσεις του έργου (π.χ. συντελεστές ασφαλείας έναντι θραύσεως, αποδεκτές υποχωρήσεις κλπ).
- Ανάλυση επιπτώσεων λόγω δυναμικών φορτίσεων (σεισμός, υπόγεια ροή, δονήσεις κλπ).
- Ελεγχο ευστάθειας και συμπεριφοράς των προσωρινών έργων όπως αντιστηρίξεις, αντλήσεις κλπ.
- Καθορισμό διαστάσεων θεμελίων και προσωρινών έργων με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς, διάταξη αντλήσεων κλπ.

στ) Στην τεχνική έκθεση και τα σχέδια θα περιλαμβάνονται κάτοψη με τον κάρναβο εφαρμογής των ενέσεων, τομή με τα βάθη και τα βήματα εφαρμογής, σύνθεση του ενέματος καθώς και οδηγίες εφαρμογής.

## **5.7 Υποβιβασμός υπογείων υδάτων**

### **Σκοπός**

Όταν είναι επιθυμητός ο υποβιβασμός του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (π.χ. λόγω προβλημάτων στις εκσκαφές ή άλλων λόγων), τότε απαιτείται ειδική γεωτεχνική μελέτη που θα βασίζεται στις γεωτεχνικές παραμέτρους των εδαφών εντός των οποίων αναπτύσσεται ο υδροφόρος ορίζοντας.

### **Αντικείμενο μελέτης**

- α) Αντικείμενο

Υπολογισμός της υπόγειας ροής ανάλογα με το σύστημα υποβιβασμού της στάθμης.

Απαιτείται να καθοριστούν τα παρακάτω :

- Η φύση και η υδροπερατότητα του εδάφους.
- Η έκταση της επιφάνειας στην οποία θα υποβιβαστεί η στάθμη των υδάτων.
- Η στάθμη των υδάτων προ του υποβιβασμού και η τελική στάθμη υποβιβασμού.

- Το είδος του εξοπλισμού άντλησης.
  - Η μέθοδος εκσκαφής και ενδεχόμενης αντιστήριξης.
  - Η γειτνίαση με άλλες κατασκευές.
  - Η γειτνίαση προς άλλες πηγές υδάτων (π.χ. ποταμοί, θάλασσα κλπ).
  - Η επιλογή της μεθόδου υποβιβασμού, όπως :
    - Ανοικτές τάφροι, επιφανειακή απορροή.
      - Σωληνωτά φρέατα (well points).
      - Μικρού βάθους φρέατα άντλησης.
      - Ηλεκτροόσμωση.
      - Διάφορες άλλες μέθοδοι υποβιβασμού, κατάλληλες κατά περίπτωση.
- β) Περιεχόμενο μελέτης
- Περιλαμβάνονται υπολογισμοί:
- Ανάλυση του δικτύου υπόγειας ροής.
  - Καθορισμός παροχών αντλήσεως.
  - Έλεγχος καθιζήσεων λόγω ταπείνωσης του υπόγειου ορίζοντα.
  - Υπολογισμός παροχών αντλιών και καθορισμός των χαρακτηριστικών των αντλιών.
- Περιλαμβάνονται σχέδια :
- Γενική διάταξη εκσκαφής.
  - Διάταξη σημείων αντλήσεως.
  - Χαρακτηριστικές τομές με την τελική στάθμη υποβιβασμού των υδάτων.
  - Σχέδια διάταξης έργων αποστράγγισης σε σχέση με τα έργα αντιστήριξης, όπου έχει εφαρμογή.
  - Σχέδια λεπτομερειών, φίλτρων, σωλήνων, φρεάτων, ανάλογα με το σύστημα υποβιβασμού των υδάτων.

## 5.8 Σταθεροποίηση εδαφών με φυσικοχημικές μεθόδους

Με τις μεθόδους αυτές καθίσταται δυνατή η χρησιμοποίηση υλικών κατωτέρας ποιότητας που θα κρίνονταν ακατάλληλα και έτσι να αποφευχθούν δαπανηρές μεταφορές κατάλληλου υλικού από μακρινές πηγές λήψης υλικών.

Η σταθεροποιημένη στρώση μειώνει τις αναπτυσσόμενες τάσεις και τις υποχωρήσεις στα υποκείμενα εδάφη.

Επίσης η σταθεροποιημένη στρώση μειώνει τις εφελκυστικές τάσεις των υπερκειμένων στρώσεων.



Για να καθορισθεί η σύνθεση ανάμιξης εδαφικού υλικού με τον σταθεροποιητή (τσιμέντο, ασβέστης, χημικά πρόσθετα κλπ.) πρέπει να προηγούνται σχετικές εργαστηριακές μελέτες σύνθεσης για τον προσδιορισμό της αναλογίας της σύνθεσης, βάση του τελικά επιδιωκόμενου αποτελέσματος (φέρουσα ικανότητα, μεταβιβαζόμενες τάσεις στο υπέδαφος, πάχος σταθεροποίησης κλπ.)

## **6 Οδοστρώματα**

### **6.1 Γενικά - Ορισμοί**

- Με τον όρο «Οδόστρωμα» ορίζεται το σύνολο των επάλληλων στρώσεων που τοποθετούνται για την κυκλοφορία πάνω από τη στρώση έδρασης (σκάφη). Στην περίπτωση ορύγματος ως στρώση έδρασης νοείται η διαμορφωμένη επιφάνεια του υπεδάφους, ενώ στην περίπτωση επιχώματος η διαμορφωμένη επιφάνεια της στέψης του επιχώματος. Το οδόστρωμα που αναφέρεται σε έργα οδοποιΐας θεωρείται εύκαμπτο και περιλαμβάνει (εκ των κάτω προς τα άνω) εξυγιαντική στρώση και/ή στρώση στράγγισης, αντιπαγετική στρώση, υπόβαση, βάση και ασφαλτικά (ασφαλτική βάση και τάπητα κυκλοφορίας). Κατά τη γεωτεχνική μελέτη ερευνώνται και μελετώνται οι συνθήκες του υπεδάφους σκάφης και προσδιορίζονται οι αναγκαίες παράμετροι για την διαστασιολόγηση του οδοστρώματος. Ο καθορισμός του πάχους εξυγιάνσης (εφόσον απαιτείται) γίνεται σε συνάρτηση με την φέρουσα ικανότητα του εδαφικού υλικού της σκάφης, η οποία συνήθως εκφράζεται σε συνάρτηση με τον Καλιφορνιακό Δείκτη ICBR.
- Των αναφερομένων στην παρούσα παράγραφο 6 υπερσχύουν τα προβλεπόμενα σχετικά στις εκάστοτε ισχύουσες προδιαγραφές κατασκευής και μελέτης οδοστρωμάτων.

### **6.2 Φέρουσα ικανότητα στρώσης έδρασης οδοστρώματος (Φ.Ι. Σ.Ε.Ο.)**

Η Φέρουσα Ικανότητα της Στρώσης Έδρασης Οδοστρώματος (Φ.Ι.Σ.Ε.Ο.) εκφράζεται συναρτήσει του Καλιφορνιακού δείκτη (CBR) και καθορίζεται από την αντίστοιχη τιμή ICBR του χειρότερου συναντώμενου υλικού (μικρότερη τιμή CBR) σε βάθος έως 0,60 m από την επιφάνεια της στρώσης έδρασης.

Στην ειδική περίπτωση απαίτησης χρήσης στραγγιστικής στρώσης, αυτή δεν θα λαμβάνεται υπόψη για τον καθορισμό της φέρουσας ικανότητας έδρασης του οδοστρώματος. Επίσης, στην ειδική περίπτωση χρήσης αντιπαγετικής στρώσης ο τρόπος καθορισμού της Φ.Ι.Σ.Ε.Ο. θα γίνεται κανονικά δίχως να ληφθεί υπόψη η ύπαρξη αντιπαγετικής στρώσης.

Η δοκιμή CBR εκτελείται στο εργαστήριο σύμφωνα με την προδιαγραφή E105-86, μετά από υδρεμπτισμό τεσσάρων ημερών. Σε όλες τις περιπτώσεις ως τιμή CBR θα λαμβάνεται αυτή που αντιστοιχεί στο 90% της μέγιστης ξηρής πυκνότητας που καθορίζεται από την τροποποιημένη δοκιμή Proctor. Εξάιρεση αποτελεί μόνο η περίπτωση μη διαταραγμένου εδαφικού υλικού φυσικώς σιμεντωμένου, σε όρυγμα με χαμηλό υδροφόρο ορίζοντα (> 1 m από την επιφάνεια), οπότε μπορεί να λαμβάνεται το CBR που αντιστοιχεί στο 95% της μέγιστης ξηρής πυκνότητας που καθορίζεται από την τροποποιημένη δοκιμή Proctor.

Στην περίπτωση κατασκευής οδοστρώματος σε επίχωμα η Φ.Ι.Σ.Ε.Ο. αναφέρεται στα υλικά του δανειοθαλάμου που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή τη στέψης του επιχώματος, ο έλεγχος καταλληλότητας των οποίων θα γίνεται σύμφωνα με την ταξινόμηση των Πινάκων 4.4 και 4.5 του Κεφαλαίου 4.

Στην περίπτωση κατασκευής οδοστρώματος σε όρυγμα με ομοιόμορφο υλικό της αυτής κατηγορίας υλικού, για τον καθορισμό του CBR του υλικού ισχύουν τα προαναφερθέντα στοιχεία.

Στην περίπτωση κατασκευής οδοστρώματος σε γαιώδες όρυγμα όπου υπάρχει εναλλαγή κατηγοριών του εδαφικού προφίλ (μετά από γεωτεχνική έρευνα για τον καθορισμό της κατάταξης των υλικών), η οδός θα χωρίζεται σε τόσα αντίστοιχα τμήματα όσα οι διακεκριμένες εναλλαγές των υλικών. Για τον καθορισμό του CBR σε κάθε διακεκριμένο τμήμα ισχύουν τα προαναφερθέντα δεδομένα.

Στην ειδική περίπτωση κατασκευής οδοστρώματος πάνω σε βραχώδες όρυγμα όπου ο μελετητής, για την κατασκευή της στέψης του επιχώματος, επιλέγει καλής ποιότητας υλικό, το σχεδιαστικό CBR μπορεί να λαμβάνει τιμές μεταξύ 20% και 15% αναλόγως της ποιότητας του υλικού και της κατάστασης του βράχου.

Σε περίπτωση κατασκευής οδοστρώματος σε μικτή διατομή το σχεδιαστικό CBR καθορίζεται από το χειρότερο υλικό της διατομής.

Στην περίπτωση κατά την οποία η κατασκευή εναλλάσσεται από όρυγμα σε επίχωμα, θα προκύψουν ουσιαστικά τόσες διαφορετικές σχεδιαστικές τιμές CBR, και κατ' επέκταση αντίστοιχες διατομές οδοστρώματος, όσες οι διακεκριμένες κατηγορίες των εδαφικών υλικών. Δεδομένου ότι οι συχνές αλλαγές της διατομής του οδοστρώματος δεν ενδείκνυνται, συνιστάται όπως κατά την μελέτη ο μελετητής μειώσει τον αριθμό των διατομών, έτσι ώστε να μην υπάρχει συχνή αλλαγή της διατομής του οδοστρώματος. Συνιστάται όπως το μήκος αλλαγής των διατομών να μην είναι μικρότερο του 1 km, πλην των περιπτώσεων όπου τοπικά εμφανίζεται πολύ ασθενές υπεδάφος (CBR < 5), περίπτωση στην οποία απαιτείται εξυγίανση του υπεδάφους.

Στην περίπτωση που επιλεγεί μείωση των διατομών, το οδόστρωμα θα διαστασιολογηθεί με τη μικρότερη σχεδιαστική τιμή CBR που προκύπτει (πλην των τιμών CBR μικρότερων του 5%).

### **6.3 Καθορισμός εξυγιαντικής στρώσης**

Εξυγιαντική στρώση είναι δυνατόν να απαιτηθεί σε δύο περιπτώσεις:

α) Σε περίπτωση κατασκευής οδοστρώματος σε εδαφικό όρυγμα όταν το CBR της εδαφικής εκσκαφθείσας σκάφης είναι μικρότερο του 5%.

β) Σε περίπτωση κατασκευής επιχώματος μικρού ύψους (επί εδάφους), το οποίο μετά και την αφαίρεση των φυτικών γαιών εξακολουθεί να έχει CBR μικρότερο του 5% («θεμέλιο» επιχώματος).

Ειδικότερα για την περίπτωση εδαφικού ορύγματος, το πάχος της εξυγιαντικής στρώσης καθορίζεται ως εξής :

1. Για τιμή  $\text{CBR} < 3\%$ , το πάχος της εξυγιαντικής στρώσης ορίζεται σε 0,6 m.
2. Για τιμή  $3\% \leq \text{CBR} \leq 5\%$ , το πάχος της εξυγιαντικής στρώσης ορίζεται σε 0,30 m.

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις με  $\text{CBR} \ll 3\%$  μπορεί να απαιτηθεί ειδική μελέτη καθορισμού του πάχους εξυγιαντικής στρώσης.

Ειδικότερα για την περίπτωση έδρασης επιχώματος επί φυσικού εδάφους με  $\text{CBR} < 5\%$ , το πάχος της στρώσης εξυγίανσης θα καθορίζεται με γεωλογικά - μακροσκοπικά κριτήρια (ύπαρξη οργανικών, έκταση ριζικού συστήματος σε βάθος, υπόγειος φρεάτιος ορίζοντας και διακύμανσή του).

Σε περιπτώσεις που απαιτείται εξυγιαντική στρώση και η φυσική υγρασία του εδάφους είναι σχετικά υψηλή και ειδικότερα όταν το  $\text{CBR} < 3\%$ , μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη η τοποθέτηση γεωσυνθετικού υλικού στην εκτιθέμενη επιφάνεια του υπεδάφους, μετά την αποάκρυνση του αντίστοιχου πάχους. Τα χαρακτηριστικά στοιχεία του γεωσυνθετικού υλικού θα καθορίζονται μετά από ειδική μελέτη.

Πλην της χρήσης κατάλληλου υλικού για εξυγιαντική στρώση, ως εναλλακτική λύση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αυτή της σταθεροποίησης του υλικού με υδράσβεστο, τσιμέντο, ιπτάμενη τέφρα ή συνδυασμό των παραπάνω ουσιών κατόπιν ειδικής μελέτης σύνθεσης. Βασική προϋπόθεση στην περίπτωση αυτή είναι ο έλεγχος της καταλληλότητας του υλικού προς σταθεροποίηση με βάση την κοκκομετρική του διαβάθμιση.

## **6.4 Υπόγειος υδροφόρος ορίζοντας**

Ο υπόγειος υδροφόρος ορίζων πρέπει να είναι χαμηλότερος τουλάχιστον 0,50 m από την επιφάνεια της στρώσης έδρασης του οδοστρώματος στην περιοχή ορυγμάτων. Για τον σκοπό αυτό θα πρέπει να σχεδιάζονται όλα τα απαραίτητα μέτρα αντιμετώπισης όπως υπερύψωση του υψομέτρου της στρώσης έδρασης, τοποθέτηση φρεατίων και στραγγιστηρίων στα κατάλληλα βάθη με στόχο μόνιμο καταβιβασμό της στάθμης κ.α., μετά από κατάλληλη μελέτη.

Στην περίπτωση που η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα βρίσκεται μόνιμα ή περιοδικά πάνω από τη στέψη της στάθμης των χωματοουργικών, αυτή θα πρέπει να ταπεινωθεί με την μελέτη ειδικής στρώσης αποστράγγισης, ή να ανυψωθεί η στάθμη στέψης των χωματοουργικών. Η στρώση αποστράγγισης της στάθμης χωματισμών πρέπει να είναι πιο διαπερατή από την υπερκείμενη στρώση της κατασκευής οδοστρώματος (π.χ. στρώση αντιπαγετικής προστασίας, ή στρώση υπόβασης με μηχανική σταθεροποίηση) και από την υποκείμενη στέψη της στάθμης των χωματοουργικών.

## **7. Υπόγεια Τεχνικά έργα**

Σχετικά με τις μελέτες υπογείων τεχνικών έργων ισχύουν τα προβλεπόμενα στην ΟΜΟΕ "τεύχος 8: "Οδικές σήραγγες Έργα Πολιτικού Μηχανικού" (αρ. απόφασης έγκρισης ΔΜΕΟ /γ/ο/285/19-2-2003 του Υφυπουργού ΠΕΧΩΔΕ) καθώς και στην ΟΜΟΕ "Τεύχος 10: " Τεχνικά έργα ((αρ. απόφασης έγκρισης ΔΜΕΟ /γ/ο/66/17-2-2003 του Υφυπουργού ΠΕΧΩΔΕ) .

## 8. Εδαφοδυναμικές αξιολογήσεις και μελέτες

Η αξιολόγηση και μελέτη των αποτελεσμάτων των γεωφυσικών μεθόδων διερεύνησης του υπεδάφους είναι πρωταρχικής σημασίας για την επίλυση αρκετών κατηγοριών γεωτεχνικών προβλημάτων τα κυριότερα των οποίων είναι τα ακόλουθα :

- Θεμελιώσεις δονούμενων τεχνικών έργων.
- Γεωτεχνική σεισμική μηχανική.
- Επίδραση εκρήξεων.
- Δονήσεις από την κυκλοφορία οχημάτων.
- Καθιζήσεις και δονήσεις επιβαλλόμενες από την έμπηξη πασσάλων.
- Δυναμική συνίζηση.

Η κύρια μελετητική διαδικασία προς επίλυση των παραπάνω προβλημάτων γεωτεχνικής μηχανικής θα πρέπει ενδεικτικά να περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια προσέγγισης:

- (α) Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των γεωφυσικών μεθόδων διερεύνησης του υπεδάφους και προσδιορισμός του διατμητικού μέτρου  $G_0$  για κάθε εδαφική ενότητα (με συναξιολόγηση των επί τόπου και εργαστηριακών μεθόδων μετρήσεων).
- (β) Εκτίμηση του μεγέθους και των χαρακτηριστικών της επιβαλλόμενης δυναμικής φόρτισης.
- (γ) Επιλογή (με βάση την εμπειρία του μελετητή, την κλίμακα και την οικονομία του έργου) του τρόπου θεμελιώσεως και των δοκιμαστικών διαστάσεων των στοιχείων της θεμελίωσης, με καθορισμό ταυτοχρόνως των "κριτηρίων σχεδιασμού".
- (δ) Ανάλυση της δυναμικής συμπεριφοράς του συστήματος εδάφους - θεμελίου υπό την επήρεια του φορτίου του βήματος (β). Το υπέδαφος περιγράφεται από το εδαφικό προφίλ και τις μηχανικές παραμέτρους του βήματος (α). Η ανάλυση συνήθως αρχίζει με την απλοποίηση - εξιδανίκευση του εδαφικού υποβάθρου και της γεωμετρίας της θεμελίωσης, περιλαμβάνει δε την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου αναλύσεως της δυναμικής αλληλεπίδρασης εδάφους - ανωδομής ή θεμελίου. Για τον σκοπό αυτό έχουν αναπτυχθεί βιβλιογραφικά διάφορες μέθοδοι (αναλυτικές και αριθμητικές). Επιπλέον, έχουν δημοσιευθεί πολυάριθμες λύσεις (υπό την μορφή αλγεβρικών τύπων και αδιάστατων διαγραμμάτων) οι οποίες μπορούν ευθέως να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλες πραγματικές καταστάσεις (Roesset 1980, Gazetas 1983, 1987, 1991a, 1991b). Συγκρίσεις των θεωρητικών μεθόδων με πειραματικά αποτελέσματα έχουν καταγραφεί από τους Novak (1985), Χαρδαλούπα & Γκαζέτας (1988), Gazetas & Stokoe (1991).
- (ε) Σύγκριση του υπολογισθέντος στο βήμα (δ) πλάτους ταλαντώσεως με το οριακώς επιτρεπτό, σύμφωνα με τα κριτήρια που επιλέχθηκαν στο βήμα (γ). Τα βήματα (γ), (δ), και (ε) επαναλαμβάνονται μέχρι να βρεθεί μια (θεωρητικώς) ικανοποιητική λύση. Σ' αυτό δε το σημείο δύο πρόσθετοι έλεγχοι μπορεί να είναι αναγκαίοι:
  - πρέπει να εξασφαλισθεί ότι οι μεταδιδόμενες δονήσεις σε γειτονικές κατασκευές και υπόγεια δίκτυα της οδοποιίας είναι ανεκτές. Ο έλεγχος αυτός

γίνεται συνήθως με τη βοήθεια ημι-εμπειρικών σχέσεων εξασθένισης του κραδασμού, με οδηγό την εμπειρία του μελετητή.

- εάν το υπέδαφος περιέχει μαλακές αργίλους ή/και χαλαρές άμμους, θα πρέπει να αποκλεισθεί το ενδεχόμενο συσσώρευσης μεγάλων μονίμων παραμορφώσεων.

Ο σχεδιασμός συχνά σταματά εδώ. Σε σημαντικά πάντως έργα, είναι επίσης απαραίτητα, ένα ή δύο πρόσθετα μετακατασκευαστικά βήματα που είναι τα ακόλουθα :

- (στ) Επί τόπου μέτρηση και παρακολούθηση του πραγματικού πλάτους ταλαντώσεως και σύγκριση με την θεωρητική πρόβλεψη του βήματος (δ). Η αναγκαιότητα αυτής της ενέργειας προκύπτει από τις απλοποιητικές παραδοχές που αναγκαστικά γίνονται ακόμα και στις πιο εκλεπτυσμένες αναλύσεις.
- (ζ) Αν η πραγματική απόκριση της κατασκευής δεν είναι ικανοποιητική πρέπει να ληφθούν κατάλληλα θεραπευτικά μέτρα, μελετημένα από πριν (π.χ., μεταβολή της μάζας της θεμελίωσης ή του τρόπου θεμελίωσης, βελτίωση των ιδιοτήτων του εδάφους με ενέματα, αύξηση της επιφάνειας επαφής εδάφους - θεμελίου κλπ.). Τα βήματα (δ), (ε) και (στ), πρέπει να επαναλαμβάνονται μέχρι να επιτευχθεί ικανοποιητική λύση.

## **ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

### **Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ**

**Ι Σακκάς**

Πολ. Μηχ

### **ΤΑ ΜΕΛΗ**

**Θ.Πανουτσόπουλος**

Πολ. Μηχ

### **ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟ**

**Χ.Γεωργανόπουλος**

**Η ΓΡΑΜΜΑΤΕΑΣ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Πολ. Μηχ

**Μ. ΦΩΚΑ**

**Μ.Καββαδάς**

Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

**Γ.Κούκης**

Καθηγητής Τεχνικής Γεωλογίας Παν. Πατρών

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ-ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ Σελίδα... ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ 1 ΕΡΓΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

<b>1</b>	<b>Βασικές αρχές.....</b>	<b>1</b>
1.1	Σκοπός-Αντικείμενο οδηγίων .....	1
1.2	Αντικείμενο των γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνών και μελετών.....	1
1.2.1	Αντικείμενο των γεωλογικών ερευνών και μελετών .....	1
1.2.2	Αντικείμενο των γεωτεχνικών ερευνών, αξιολόγηστων και γεωτεχνικών μελετών .....	2
1.2.3	Αντικείμενο της έκθεσης κοινής γεωλογικής και γεωτεχνικής αξιολόγησης...3	
1.2.4	Προγράμματα γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνών.....	3
1.3.	Γεωλογικές και γεωτεχνικές μελέτες και αντίστοιχες έρευνες σε συσχετισμό με τα στάδια μελετών έργων οδοποιίας .....	4
	Α. Χάραξη.....	5
	Β. Τεχνικά.....	6
	Γ. Γεωτεχνικά έργα.....	7
	Δ. Κατολισθήσεις .....	8
	Ε. Οδοστρώματα .....	9
1.4	Κανονισμοί-Βιβλιογραφία-Προδιαγραφές .....	10

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ ... ΟΠΩΣ ΑΥΤΕΣ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΤΟΥ ΚΕΦ. 1...14

<b>I.</b>	<b>Γεωλογικές έρευνες και μελέτες.....</b>	<b>14</b>
1.	Εισαγωγή .....	14
2.	Περιεχόμενα σταδίων ερευνών και μελετών .....	17
	Α. Χάραξη.....	17
	Α1. Στάδιο αναγνωριστικής μελέτης οδοποιίας .....	17
	Α2.Στάδιο προμελέτης οδοποιίας.....	24
	Α2.2.Γεωλογικές έρευνες και μελέτες σε δανειοθαλάμους και λατομεία.	
	Α3. Στάδιο οριστικής μελέτης οδοποιίας .....	29
	Β.Τεχνικά .....	31
	Β1. Στάδιο προκαταρκτικής επεξεργασίας τεχνικών (πλήν σηράγγων)... ..	31
	Β2.Στάδιο προμελέτης τεχνικών (πλήν σηράγγων) .....	31
	Β3.Στάδιο οριστικής μελέτης τεχνικών (πλήν σηράγγων).....	33
	Γ.Αντιστηρίξεις,Βελτίωση εδαφών και λοιπά γεωτεχνικά έργα .....	34

Δ. Κατολισθήσεις .....	36
• Στάδιο αναγνωριστικής μελέτης οδοποιίας.....	37
• Στάδιο προμελέτης οδοποιίας .....	39
• Στάδιο οριστικής μελέτης οδοποιίας .....	41
Ε.Οδοστρώματα.....	41
<b>II. Γεωτεχνικές έρευνες και αξιολόγηση.....</b>	<b>42</b>
1. Γενικά -Σκοπός των ερευνών .....	42
2. Σχεδιασμός- πρόγραμμα γεωτεχνικών ερευνών .....	43
2.1 Γενικά	
2.2 Έκθεση προγράμματος γεωτεχνικών ερευνών .....	43
2.3. Αρχές Προγραμματισμού ερευνών ανά είδος έργου.....	44
2.4. Γεωτεχνικές έρευνες σε λατομεία .....	55
2.5. Γεωτεχνικές έρευνες σε δανειοθαλάμους .....	55

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΡΧΕΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ .....σελ. 57**

<b>1 Αρχές εκπόνησης γεωλογικών ερευνών και μελετών .....</b>	<b>57</b>
1.1. Γεωλογική χαρτογράφηση .....	57
1.2 Γεωλογική μηκοτομή.....	59
1.3 Γεωλογικές τομές -Διατομές.....	61
1.4 Ειδικό θεματικό χάρτες.....	63
1.5 Βοηθητικοί θεματικοί χάρτες .....	68
1.6 Γεωλογική αποτύπωση ανοικτής εκσκαφής .....	72
1.7 Μετρήσεις - Καταγραφές στοιχείων γεωμαζών -Ταξινομήσεις.....	72
1.8 Μετρήσεις -Καταγραφές στοιχείων υπόγειου νερού - Υδρογεωλογική επεξεργασία .....	74
1.9 Μετρήσεις -Καταγραφές στοιχείων γεωερευνητικών εργασιών .....	74
1.10 Καταγραφές υφισταμένων πρσανών.....	75
1.11 Δανειοθάλαμοι - Αποθεσιοθάλαμοι - Λατομεία.....	76
1.12 Ειδικές γεωλογικές έρευνες	
<b>2. Προδιαγραφές γεωτεχνικών ερευνών .....</b>	<b>84</b>
2.1 Γεωερευνητικές εργασίες .....	84
2.2 Ερευνητικά φρέατα και ορύγματα .....	89
2.3 Ερευνητικές στοές .....	90
2.4 Επιφανειακές δειγματοληψίες .....	90
2.5. Δοκιμαστικά πεδία .....	90
2.6 Επί τόπου δοκιμές.....	91
2.7 Εργαστηριακές δοκιμές.....	93
<b>3. Έκθεση αποτελεσμάτων γεωτεχνικών ερευνών .....</b>	<b>98</b>
<b>4. Παρουσίαση γεωτεχνικών ερευνών υπαίθρου και εργαστηρίου.....</b>	<b>98</b>
<b>5. Έκθεση γεωτεχνικής αξιολόγησης .....</b>	<b>98</b>



6.	Έκθεση κοινής γεωλογικής και γεωτεχνικής αξιολόγησης.....	98
----	---	----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ .....

. 99

<b>1</b>	<b>Χωματοουργικά Έργα.....</b>	<b>99</b>
1.1	Γενικά .....	99
1.2	Ορύγματα .....	100
1.3	Επιχώματα .....	107
1.4	Οπλισμένο έδαφος .....	109
1.5	Δανειοθάλαμοι - .....	110
1.6	Λατομεία .....	110
<b>2</b>	<b>Κατολισθήσεις.....</b>	<b>110</b>
2.1	Γενικά - Ελεγχοι .....	110
2.2	Μελέτη αποκατάστασης κατολισθήσεων .....	111
2.3	Συνδυασμοί φορτίσεων - Συντελεστές Ασφαλείας .....	112
<b>3</b>	<b>Θεμελιώσεις Τεχνικών Έργων .....</b>	<b>113</b>
3.1	Κανονισμοί - Γενικές θεωρήσεις.....	113
3.2	Πλευρικά φορτία στα Τεχνικά Έργα .....	115
3.3	Επιφανειακές θεμελιώσεις .....	116
3.4	Βαθιές θεμελιώσεις .....	116
3.5	Ειδικές θεμελιώσεις.....	117
<b>4</b>	<b>Αντιστηρίξεις .....</b>	<b>118</b>
4.1	Γενικά .....	118
4.2	Αγκυρώσεις .....	118
4.3	Τεχνικά έργα αντιστήριξης .....	119
<b>5</b>	<b>Βελτίωση Εδάφους .....</b>	<b>119</b>
5.1	Γενικά .....	119
5.2	Εξυγίανση εδάφους .....	120
5.3	Προφόρτιση .....	120
5.4	Δυναμική συμπύκνωση.....	122
5.5	Βαθιά Δονητική συμπύκνωση .....	123
5.6	Τσιμεντενέσεις .....	124
5.7	Υποβιβασμός υπογείων υδάτων .....	126
5.8	Σταθεροποίηση εδαφών με φυσικοχημικές μεθόδους .....	127
<b>6</b>	<b>Οδοστρώματα .....</b>	<b>127</b>
<b>7</b>	<b>Υπόγεια τεχνικά έργα .....</b>	<b>130</b>
<b>8</b>	<b>Εδαφοδυναμικές αξιολογήσεις και μελέτες.....</b>	<b>131</b>

