



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: «ΤΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΧΑΪΑΣ ΚΑΙ Η
ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΟΔΟΠΟΙΑ»



ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΠΟΥΛΟΣ ΣΤΑΥΡΟΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:

ΧΡΥΣΙΚΟΥ ΣΩΤΗΡΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΣΤΑΘΙΑ

ΣΤΡΑΝΤΖΑΛΗ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ

ΠΑΤΡΑ-2009

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε,
τις βιβλιοθήκες του Α.Τ.Ε.Ι Πάτρας
της Δημοτικής βιβλιοθήκης Πατρών
και της βιβλιοθήκης του Τεχνικού
Επιμελητηρίου Πατρών.

Αφιερώνουμε την παρούσα πτυχιακή
στους καθηγητές μας, στους γονείς μας
και στους κατοίκους του νομού Αχαΐας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....σελ 1

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΡΑΧΩΝ

- 1.1 Γενικά.....σελ 2
- 1.2 Διαχωρισμός πετρωμάτων.....σελ 2-3
- 1.3 Κατηγορίες πετρωμάτων.....σελ 4-6
- 1.4 Πετρολογικός κύκλος.....σελ 6-8
- 1.5 Συνήθη πετρώματα στον Νομό Αχαΐας.....σελ 8
- 1.6 Νεώτερα ανθρακικά πετρώματα Ελλάδος.....σελ 8
- 1.7 Διερεύνηση κατά το στάδιο της κατασκευής.....σελ 9-10
- 1.8 Γεωλογικοτεχνική παρακολούθηση κατά την διάρκεια λειτουργίας του έργου.....σελ 10
- 1.9 Ιεράρχηση των εργασιών κατά την διερεύνηση των γεωλογικών σχηματισμών.....σελ 11-12

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΟΔΟΠΟΙΑ-ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

- 2.1 Γενικά.....σελ 13-14
- 2.2 Στρώσεις εύκαμπτων οδοστρωμάτων.....σελ 14-15
- 2.2.1 Ο ρόλος των στρώσεων.....σελ 15-16
- 2.3 Υλικά εύκαμπτων οδοστρωμάτωνσελ 16
- 2.3.1 Εισαγωγή.....σελ 16
- 2.3.2 Υλικά εξυγιαντικής στρώσης.....σελ 17
- 2.3.3 Υλικά στραγγιστικής στρώσης.....σελ 17-18
- 2.3.4 Υλικά αντιπαγετικής στρώσης.....σελ 19
- 2.3.5 Υλικά βάσης/υπόβασης.....σελ 20-21
- 2.3.6 Υλικά για ασφαλικές στρώσεις.....σελ 21-23

2.4 Δύσκαμπτα οδοστρώματα.....σελ 24-26
2.5 Υπέδαφος και στρώσεις δύσκαμπτων οδοστρωμάτων.....σελ 27
2.5.1 Υπέδαφος.....σελ 27-28
2.5.2 Υπόβαση.....σελ 28-29
2.6 Πλάκα σκυροδέματος.....σελ 30
2.6.1 Αδρανή.....σελ 30
2.6.2 Τσιμέντο.....σελ 30
2.6.3 Νερό και άλλα πρόσθετα.....σελ 30-31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ-ΚΑΘΙΖΗΣΕΩΝ

3.1 Ορισμός κατολίσθησης.....σελ 32
3.2 Που διακρίνουμε τις κατολισθήσεις και ποια είναι τα χαρακτηριστικά τους.....σελ 32-35
3.3 Αίτια εκδήλωσης κατολισθήσεων.....σελ 35
3.4 Πρόληψη-αντιμετώπιση.....σελ 36-37
3.5 Αιτίες που οδηγούν σε συχνή εμφάνιση κατολισθήσεις-καθιζήσεις στον Ελληνικό χώρο.....σελ 38-39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΧΑΪΑΣ

4.1 Κατηγορίες κατολισθήσεων του Νομού Αχαΐας.....σελ 40
4.2 Κατολισθήσεις στα μεταλλικά ιζημάτα.....σελ 40
4.2.1 Κατολισθήσεις επί αδρομερών ιζημάτων.....σελ 41-42
4.2.2 Κατολισθήσεις επί λεπτομερών ιζημάτων.....σελ 42-43
4.2.3 Κατολισθήσεις στην επαφή αδρομερών και λεπτομερών ιζημάτων.....σελ 43
4.3 Κατολισθήσεις στο αλπικό υπόβαθρο.....σελ 43-44
4.4 Προστατευτικά μέτρα για τις κατολισθήσεις του Νομού Αχαΐας..σελ 45-46

4.4.1 Στραγγιστικά έργα.....σελ	46
4.4.2 Συστήματα υποστήριξης και ενίσχυσης.....σελ	47-48
4.4.3 Αναβαθμοί.....σελ	49
4.5 Κατολισθήσεις κατά μήκος οδών.....σελ	49-48
4.6 Οικονομοκοινωνική διάσταση των κατολισθήσεων στον Νομό Αχαΐας.....σελ	51-53

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΑΧΑΪΑΣ

5.1 Οδός Πατρών-Καλαβρύτων.....σελ	54
5.2 Κατολισθητικά φαινόμενα στην εθνική οδό Κορίνθου-Πατρών.....σελ	54-56
5.3 Οδός Πατρών-χωρίου Καταρράκτης.....σελ	57
5.4 Η μικρή περιμετρική της Πάτρας.....σελ	58
5.4.1 Θέση έργου.....σελ	58
5.4.2 Τμήματα έργου με δυνατότητες αστοχίας.....σελ	58-65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ	66
----------------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ	67-73
----------------------	-------

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην διατριβή αυτή μελετούνται τα πετρώματα του Νομού Αχαΐας, οι ιδιότητες τους και η χρησιμότητα τους. Επιπλέον μελετάται η σημασία των πετρωμάτων στην οδοποιία δηλαδή τι πετρώματα συναντάμε σε ένα έργο οδοποιίας ποια γεωλογική μελέτη πρέπει να κάνουμε και ποια τα μέτρα αντιμετώπισης πιθανών αστοχιών.

Με τον όρο πέτρωμα εννοούμε στερεά σώματα τα οποία καταλαμβάνουν τμήματα του στερεού μέρους της γης και τα οποία παρουσιάσουν σχετική ομοιομορφία σε όλη την έκταση τους. Ανάλογα με την προέλευση τους τα πετρώματα τα χωρίζουμε σε πυριγενή, ιζηματογενή και μεταμορφωμένα ή κρυσταλλοσχιτώδη στα οποία εξετάζονται οι ιδιότητες τους.

Ανάλογα με το είδος των πετρωμάτων που υπάρχουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή στην οποία πρόκειται να κατασκευαστεί ένα έργο οδοποιίας πρέπει να γίνουν οι αντίστοιχες γεωλογικές μελέτες και να παρθούν τα κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης για την αποφυγή π.χ. κατολισθήσεων, ατυχημάτων, πλημμυρών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΡΑΧΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι βραχώδεις σχηματισμοί θεωρούνται, όπως είναι γνωστό, μέσα ασυνεχή, ανομοιογενή και ανισότροπα. Αυτό προφανώς οφείλεται σε ορισμένες ιδιότητες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά τους και που εκδηλώνονται σε όλες τις κλίμακες συστάσεώς τους, από εκείνη του κρυστάλλου και κόκκου μέχρι την κλίμακα του πετρώματος και βράχου.

Διευκρινίζεται ότι στην μηχανική των πετρωμάτων με τον όρο «βράχος» νοείται μάζα που αποτελείται από μια ή περισσότερες συμπαγείς λιθολογικές ενότητες. Η μάζα αυτή απαντάται συνήθως στη φύση πτυχωμένη και διαχωρίζεται από ρήγματα, διακλάσεις, στρώσεις και άλλες ασυνέχειες. Για τους κατασκευαστές μηχανικούς ο ίδιος όρος σημαίνει και σχηματισμό όπου η εκσκαφή είναι αδύνατο να γίνει χειρωνακτικά.

Αντίστοιχα με τον όρο «πέτρωμα» νοείται τεμάχιο βράχου που περιορίζεται μεταξύ των ασυνεχειών, αποτελείται από ενιαία συμπαγή λιθολογική μάζα και που τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά του μπορούν να αποδοθούν με εργαστηριακές δοκιμές.

1.2 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ

Τα πετρώματα είναι στερεά σώματα που αποτελούνται από παραγενέσεις διαφόρων ορυκτών, πολύμικτα πετρώματα (π.χ. ο γρανίτης) ή συσσωματώματα ενός ορυκτού, μονόμικτα πετρώματα (π.χ. ο ασβεστόλιθος), τα οποία καταλαμβάνουν αξιόλογα, από άποψη χώρου, τμήματα του στερεού μέρους της Γης και τα οποία παρουσιάζουν σχετική ομοιομορφία σε όλη την έκτασή τους. Συγκεκριμένα τα πετρώματα εμφανίζονται συχνά με την μορφή επαλλήλων στρωμάτων και μπορεί να έχουν έκταση πολλών τετραγωνικών χιλιομέτρων και πάχος από μερικά μέτρα μέχρι χιλιόμετρα.

Επισημαίνουμε τον εξής διαχωρισμό:

- 1) **ΜΟΝΟΜΙΚΤΑ** καλούνται τα πετρώματα που αποτελούνται μόνο από ένα είδος ορυκτού, π.χ. ο ασβεστόλιθος αποτελείται μόνο από ασβεστίτη, ο δουνίτης αποτελείται μόνο από ολιβίνη κ.α.
- 2) **ΠΟΛΥΜΙΚΤΑ** χαρακτηρίζονται τα πετρώματα που αποτελούνται από 2 ή περισσότερα είδη ορυκτών, π.χ. ο γρανίτης αποτελείται μόνο από χαλαζία, από αστρίους και από βιοτίτη ή κεροστίλβη.

Πίν1. Τα σημαντικότερα μεταμορφωμένα πετρώματα με τις ορυκτολογικές τους παραγενέσεις.

ΠΟΛΥΜΙΚΤΑ	ΜΟΝΟΜΙΚΤΑ
Φυλλίτης: χαλαζίας, χλωρίτης, σερικήτης	Μάρμαρο: ασβεστίτης ($\text{CaCO}_3 > 90\%$)
Σχιστόλιθος: χαλαζίας, μαρμαρυγίες, αμφίβολοι	Χαλαζίτης: χαλαζίας ($\text{SiO}_2 > 90\%$)
Γνεύσιος: άστριοι, αμφίβολοι	
Αμφιβολίτης: άστριοι, αμφίβολοι	

Με βάση την περιεκτικότητα των πετρωμάτων σε διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2) διακρίνουμε τέσσερις ομάδες:

- 1) ΟΞΙΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ, με SiO_2 περισσότερο από 66%
- 2) ΕΝΔΙΑΜΕΣΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ, με SiO_2 από 66-52% περίπου
- 3) ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ, με SiO_2 από 52-45% περίπου
- 4) ΤΑ ΥΠΕΡΒΑΣΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ, με SiO_2 μικρότερο από 45%

1.3 Κατηγορίες πετρωμάτων

Τα πετρώματα διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες από την άποψη των συνθηκών της γένεσής τους και της προέλευσής τους:

- 1) Τα ΠΥΡΙΓΕΝΗ πετρώματα (igneous rocks), όπου περιλαμβάνονται τα εκρηξιγενή ή μαγματικά πετρώματα
- 2) Τα ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ πετρώματα (sedimentary rocks)
- 3) Τα ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ή ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣΧΙΣΤΩΔΗ πετρώματα (metamorphic rocks).

ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΗ ή ΜΑΓΜΑΤΙΚΑ πετρώματα

Εκρηξιγενή ή μαγματικά πετρώματα είναι εκείνα που σχηματίζονται με την πήξη και κρυστάλλωση του υγρού μάγματος που προέρχεται από το βάθος της Γης.

Η κρυστάλλωση του μάγματος γίνεται με την μεταβολή των φυσικοχημικών συνθηκών, κυρίως της πίεσης και της θερμοκρασίας, που πραγματοποιείται με την άνοδό του σε υψηλότερους ορίζοντες μέσα στη λιθόσφαιρα. Πολύ συχνά το μάγμα φθάνει μέχρι την επιφάνεια της γη, όπως συμβαίνει στις μεσοωκεάνιες ράχεις και στα ηπειρωτικά ηφαίστεια, οπότε και ονομάζεται λάβα.

Τα εκρηξιγενή εμφανίζονται με ποικίλες μορφές που εξαρτώνται από την μορφολογία των χώρων που καταλαμβάνει το μάγμα μέσα στη λιθόσφαιρα, την κατάσταση των περιβαλλόντων πετρωμάτων ή αυτών μέσα στα οποία διεισδύει (κυρίως από πλευράς ρωγμών), το βάθος κρυστάλλωσής τους, καθώς και τη σύσταση του ίδιου του μάγματος.

Οι σημαντικότερες μορφές είναι αυτές που διακρίνουν τα εκρηξιγενή πετρώματα σε *πλουτώνια*, *φλεβικά* και *ηφαιστειακά*.

ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ πετρώματα

Ιζηματογενή ονομάζονται τα πετρώματα που προέρχονται από καθίζηση (ιζηματογένεση) ουσιών που βρίσκονται σε αιώρηση ή διάλυση σε ρευστό μέσο και στη συνέχεια μετατρέπονται σε συμπαγές σώμα με συγκόλληση και διαγένεση.

Τα ιζηματογενή πετρώματα ανάλογα με τον τρόπο γένεσής τους διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, τα **μηχανικά** ή **κλαστικά**, τα **χημικά** και τα **βιοχημικά**.

Τα σημαντικότερα ιζηματογενή πετρώματα με τα κύρια συστατικά τους, διακρίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίν.2 Τα σημαντικότερα ιζηματογενή πετρώματα με τα κύρια συστατικά τους.

ΜΗΧΑΝΙΚΑ	ΧΗΜΙΚΑ	ΒΙΟΧΗΜΙΚΑ
Λατυποπαγές: από ποικίλης σύστασης και μεγέθους γωνιώδη τεμάχια	Ασβεστόλιθος: από ανθρακικό ασβέστιο	Ασβεστόλιθος: από ανθρακικό ασβέστιο
Κροκαλοπαγές: από ποικίλης σύστασης και μεγέθους αποστρωγγυλωμένα τεμάχια	Πυριτόλιθος: από πυριτικά ιζήματα	Δολομίτης: από ανθρακικό μαγνήσιο και ασβέστιο
Ψαμμίτης: από κόκκους μεγέθους 2 - 0.02mm και ποικίλη σύσταση	Σιδηρομετάλλευμα: από σιδηρούχα ιζήματα (κυρίως)	Κερατόλιθος: από πυριτικά ιζήματα
Αργιλικός σχιστόλιθος: από λεπτομερές υλικό (μέγεθος κόκκων < 0.02 mm) αργιλοπυριτικών ορυκτών	Μαγγανιομεταλλεύματα: από μαγγανιούχα ιζήματα (κυρίως)	Φωσφορίτης: από φωσφορούχα προϊόντα
Λατερίτης: από αργιλούχα προϊόντα	Γύψος: από θειικά ιζήματα	Ορυκτοί άνθρακες: από εξανδράκωση φυτικών λειψάνων
Βωξίτης: από αργιλούχα προϊόντα	Ορυκτό άλας: από χλωριούχα ιζήματα	Πετρέλαιο: από ζύμωση και απόσπαση οργανισμών

ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΣΧΙΣΤΩΔΗ ή ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ πετρώματα

Κρυσταλλοσχιστώδη ή μεταμορφωμένα πετρώματα είναι αυτά που προέρχονται από την μεταβολή, μεταμόρφωση, ενός ήδη προυπάρχοντος πετρώματος, που πραγματοποιείται σε ορισμένο βάθος κάτω από συνθήκες πίεσης (P) και θερμοκρασίας (T) μεγαλύτερες από αυτές της επιφάνειας.

Η μεταμόρφωση που ενεργεί σε μεγάλη έκταση και κυρίως κάτω από επικρατούντα θερμοκρασιακά καθεστώτα ονομάζεται καθολική. Στην περίπτωση όπου πηγή θερμότητας, όπως το μάγμα, έρθει σε επαφή με τα περιβάλλοντα πετρώματα, τότε αυτά μεταμορφώνονται στην επιφάνεια επαφής και η μεταμόρφωση καλείται μεταμόρφωση επαφής. Όταν η μεταμόρφωση πραγματοποιείται κάτω από την επίδραση συνθηκών στις οποίες επικρατεί η πίεση, τότε ονομάζεται δυναμομεταμόρφωση.

Κατά την μεταμόρφωση, τα πετρώματα αποτελούν ένα κλειστό σύνολο μέσα στο οποίο τα ορυκτά μετατρέπονται σε άλλες σταθερότερες μορφές, στις επικρατούσες όμως συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Έτσι, έχουμε σταθερές μετατροπές ορυκτού σε άλλο ορυκτό ή αντιδράσεις αθροισμάτων ορυκτών σε αθροίσματα άλλων ορυκτών. Για παράδειγμα, κάτω από ορισμένες συνθήκες P και T είναι δυνατόν σε ένα πέτρωμα με παραγένεση ορυκτών πουμπελίτη- χλωρίτη- χαλαζία, να πραγματοποιηθεί η αντίδραση:

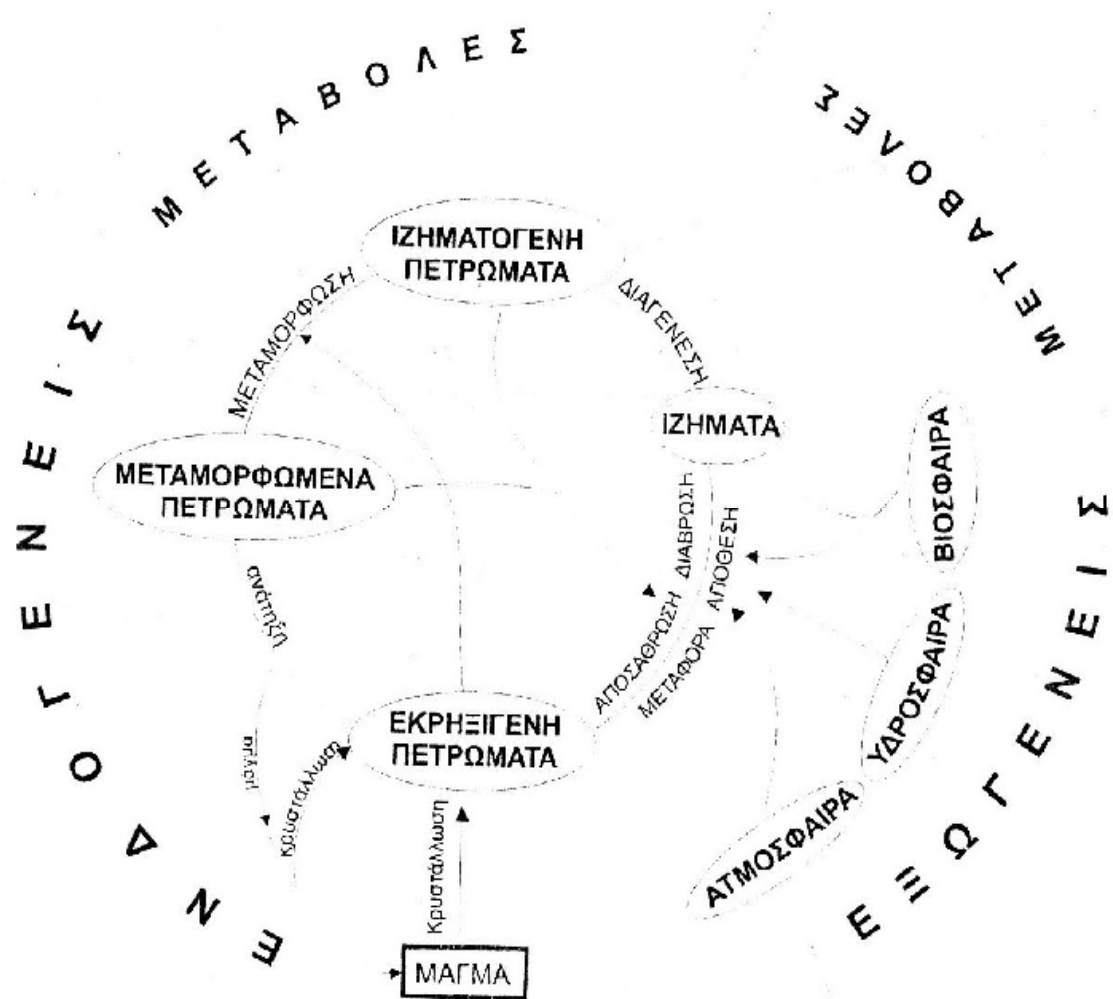
πουμπελίτης + χλωρίτης+ χαλαζιάς <=> κλινοζωισίτης +ακτινόλιθος +νερό

1.4 ΠΕΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ

Ο πετρολογικός κύκλος περιλαμβάνει τις μεταβολές στις οποίες υπόκεινται τα πετρώματα στην επιφάνεια και στο εσωτερικό της λιθόσφαιρας κάτω από την επενέργεια εξωτερικών δυνάμεων, κυρίως της ατμόσφαιρας και υδρόσφαιρας, εξωγενείς δυνάμεις, και εσωτερικών δυνάμεων, δηλαδή δυνάμεων που προέρχονται από το εσωτερικό της γης, ενδογενείς δυνάμεις.

Οι μεταβολές αυτές, που λαμβάνουν ώρα με μια σειρά διεργασιών, προκαλούν τελικά την δημιουργία ενός νέου πετρώματος από υλικά προυπαρχόντων πετρωμάτων.

Σχήμα 1. Σχηματικό διάγραμμα του πετρολογικού κύκλου



Οι εξωγενείς παράγοντες προκαλούν αποσάθρωση στα πετρώματα και στη συνέχεια διάβρωση, μεταφορά και απόθεση των αποσαθρωμάτων τους σε άλλο χώρο, χέρσο ή υδάτινες μάζες, όπου και γίνεται η καθίζησή τους, η ιζηματογένεση.

Η μεταφορά των αποσαθρωμάτων οδηγεί στην επιφανειακή αποκάλυψη υγιών πετρωμάτων λόγω της διάβρωσής τους, τα οποία αρχίζουν και πάλι να αποσαθρώνονται. Τα ιζήματα στο χώρο συγκέντρωσής τους υπόκεινται σε διαγένεση (συγollώνται), δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό ιζηματογενή πετρώματα.

Το σύνολο των πετρωμάτων της λιθόσφαιρας, εκρηξιγενή, μεταμορφωμένα και ιζηματογενή, όταν βρεθούν κάτω από την επίδραση κυρίως των ενδογενών δυνάμεων σε βαθύτερους ορίζοντες, όπου και επικρατούν υψηλότερες θερμοκρασίες και πιέσεις, αρχίζουν να μεταμορφώνονται, οπότε προκύπτουν από αυτά νέα μεταμορφωμένα πετρώματα.

1.5 ΣΥΝΗΘΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΑΧΑΪΑΣ

Μεγάλο μέρος του εδάφους της Αχαιας, αποτελείται κυρίως από ασβεστολιθικά πετρώματα με έντονα τα καρσιγεννή φαινόμενα ιδιαίτερα στην ανατολική πλευρά με αποτέλεσμα υπόγεια ποτάμια να χύνονται στον Αργολικό κόλπο αλλά και το Μυρτώο πέλαγος, που με την εύκολη σχετικά διάβρωσή τους και τις γεωλογικές ρηγματώσεις έχουν δημιουργήσει πολλά και σημαντικά φυσικά φαινόμενα. Είναι τα διεθνούς φήμης λιμναία σπήλαια Δηρού και Καστριών, τα φαράγγια, οι καταβόθρες, τα υπόγεια νερά και οι σημαντικές ιαματικές πηγές της.

1.6 ΝΕΩΤΕΡΑ ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΕΛΛΑΔΟΣ

Τα νεώτερα ηλικίας ανθρακικά πετρώματα του Ελληνικού χώρου είναι:

- 1) Οι ασβεστόλιθοι των νησιών Αρκοί (Κυκλάδες) με ηλικία Ολιγοκαίνου.
- 2) Οι βιογενείς ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι και κυανές μάργες της Δυτικής Ελλάδος με ηλικία Μειοκαίνου.
- 3) Οι μαργαικοί ασβεστόλιθοι με προέλευση κυρίως λιμναία όλων των νεογενών λεκανών της Ελλάδος με ηλικία Μειοκαίνου - Πλειοκαίνου.
- 4) Οι τραβερτίνες των περιοχών Κούπας – Σκρα Κιλκίς, Αριδαίας, Εδεσσας, Ιωαννίνων, Κορίνθου κ.α., με ηλικία Πλειστοκαίνου.

1.7 ΔΙΕΡΕΥΝΥΣΗ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Η διερεύνηση των γεωλογικών σχηματισμών, για τον μηχανικό, δεν περιορίζεται μόνο στο στάδιο της μελέτης. Αυτή επεκτείνεται και στα στάδια κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Στο στάδιο της κατασκευής η διερεύνηση έχει σαν σκοπό:

- 1) Την επιβεβαίωση ότι οι γεωλογικές συνθήκες συμφωνούν με τις παραδοχές της μελέτης.
- 2) Την έγκαιρη αναγνώριση των ειδικών κινδύνων που μπορεί να προκύψουν κατά την εκτέλεση των εργασιών της κατασκευής του έργου.
- 3) Την εκτέλεση συμπληρωματικών ερευνητικών εργασιών και δοκιμών, σε περίπτωση που θα διαπιστωθεί αλλαγή στις συνθήκες που λήφθηκαν αρχικά υπόψη.
- 4) Την προσαρμογή της μελέτης στα νέα δεδομένα.
- 5) Τη σύνταξη λεπτομερειακών εκθέσεων πάνω στις συνθήκες των γεωλογικών σχηματισμών που συναντήθηκαν κατά την κατασκευή του έργου και στους τρόπους θεμελίωσής του.

Βασικά η παραπάνω διερεύνηση γίνεται κατά την πρώτη φάση των εργασιών κατασκευής του έργου ή ακριβέστερα κατά τη φάση των διαφόρων εκσκαφών και διανοίξεων, οπότε ο έλεγχος των εδαφικών συνθηκών είναι άμεσος.

Στο παρακάτω σχήμα αποδίδονται γραφικά οι σχετικές με το έδαφος πληροφορίες, που είναι δυνατόν να έχει στη διάθεσή του ένας μηχανικός, σε όλα τα στάδια, από τη μελέτη μέχρι την κατασκευή και λειτουργία ενός έργου.

Πραγματικά, όπως φαίνεται και στο σχήμα αυτό, κατά την έναρξη των εργασιών κατασκευής ενός έργου οι διαθέσιμες γεωλογικές και γεωτεχνικές πληροφορίες δεν είναι αρκετές. Οι περισσότερες πληροφορίες συγκεντρώνονται, αφού τελειώσουν οι εκσκαφές και λίγο πριν αρχίσει η θεμελίωση και η κάλυψη των εκσκαφών και διανοίξεων, οπότε προοδευτικά η δυνατότητα να ληφθούν πρόσθετες πληροφορίες ελλατώνεται και αυξάνει

αντίστοιχα το απόθεμα αυτών, αν φυσικά έχουν κρατηθεί σχετικά στοιχεία. Είναι φανερό επίσης, ότι το απόθεμα αυτών των πληροφοριών, μπορεί να φανεί πολύ χρήσιμο στην αντιμετώπιση πολλών προβλημάτων και κατά το στάδιο της λειτουργίας του έργου.

Όσον αφορά τους ειδικούς κινδύνους που μπορούν να προκύψουν κατά την διάρκεια των εργασιών κατασκευής του έργου, αυτοί αναφέρονται βασικά σε κινδύνους από καταπτώσεις βράχων και κατολισθήσεις που είναι δυνατόν να σημειωθούν κατά τη διάρκεια των εκσκαφών και των υπογείων διανοίξεων. Πρόκειται για κινδύνους που είναι ικανοί να προκαλέσουν θύματα και μεγάλες ζημιές αλλά που εύκολα μπορούν, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση ειδικών οργάνων, να επισημανθούν και να αντιμετωπιστούν στο στάδιο της γενέσεώς τους.

1.8 ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το πέρας της κατασκευής ενός τεχνικού έργου δεν σημαίνει και τέλος της αποστολής της Τεχνικής Γεωλογίας στο υπόψη έργο που συνεχίζεται για μεγάλο ακόμη χρονικό διάστημα. Στο διάστημα αυτό ελέγχονται οι υπολογισμοί καθώς και οι παραδοχές και εκτιμήσεις διαφόρων γεωλογικών παραγόντων που έγιναν στη μελέτη και κατασκευή του έργου.

Πρόκειται π.χ. για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς στο χρόνο υψηλών πρανών μεγάλης κλίσεως που κατασκευάστηκαν κατά την εκτέλεση του έργου και είναι επικίνδυνα σε κατολισθήσεις, την παρακολούθηση της συμπεριφοράς των φυσικών πρανών στην κατακλυζόμενη περιοχή των φραγμάτων μετά την πλήρωση του ταμιευτήρα με νερό και την διαβροχή των εδαφών, καθώς και για την άμεση λήψη μέτρων σε περίπτωση κινδύνων κατολισθήσεων. Τέλος, πρόκειται για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς των γεωλογικών σχηματισμών θεμελίωσης του σώματος ενός φράγματος και για

την επισήμανση ενδεχόμενων επικίνδυνων για το έργο καταστάσεων και την λήψη των αναγκαίων μέτρων.

1.9 ΙΕΡΑΡΧΙΣΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΕΡΕΥΝΥΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

Η γεωλογική- γεωτεχνική διερεύνηση που εκτελείται κατά τη φάση μελέτης του έργου κλιμακώνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε σε κάθε στιγμή να γνωρίζουμε, αν οι γεωλογικές συνθήκες της περιοχής προσφέρονται για τις προγραμματιζόμενες κατασκευές. Με την κλιμάκωση αυτή κρίνεται κάθε φορά η σκοπιμότητα της συνέχισης της μελέτης στο επόμενο στάδιο ή η διακοπή της με τις λιγότερες δυνατές δαπάνες. Αλλά η κλιμάκωση αυτής της γεωλογικής-γεωτεχνικής διερευνήσεως προυποθέτει την ιεράρχηση των απαραίτητων επί μέρους εργασιών που πρόκειται, σε κάθε περίπτωση, να εκτελεστούν. Κατά την ιεράρχηση αυτή ακολουθείται η αρχή της χρησιμοποίησης, σε κάθε φάση του προγράμματος διερευνήσεως, των αποτελεσμάτων της προηγούμενης φάσης αυτού, με αποτέλεσμα τη συνεχή αναμόρφωση και προσαρμογή του προγράμματος στα νέα δεδομένα. Όμως παρά τους λόγους που αναφέρθηκαν και παρά την ιδιορρυθμία που μπορεί να παρουσιάζει κάθε περίπτωση, η ιεράρχηση των διαφόρων ερευνητικών γεωλογικών και γεωτεχνικών εργασιών μπορεί να θεωρηθεί ότι εμπίπτει σε ένα γενικό πλαίσιο ιεραρχήσεως. Το πλαίσιο αυτό αποτελείται κατά σειρά από:

- 1) Γεωλογικές και υδρογεωλογικές αποτυπώσεις. Πρόκειται για χαρτογραφήσεις και άλλες ειδικές αποτυπώσεις στοιχείων των επιφανειακών γεωλογικών σχηματισμών που θα αποτελέσουν το υπόβαθρο της περαιτέρω διερευνήσεώς τους.
- 2) Διερευνήσεις με γεωφυσικές μεθόδους. Πρόκειται για μια μέθοδο που σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα και με μικρή δαπάνη μπορούμε να έχουμε αρκετά χρήσιμες πληροφορίες για την ευρύτερη περιοχή σε ό, τι αφορά τις εναλλαγές των γεωλογικών σχηματισμών σε διάφορα βάθη, τη

μορφολογία των αντίστοιχων επιφανειών επαφής τους και την από τεκτονική άποψη κατάστασή τους.

- 3) Διερευνήσεις που είναι συνυφασμένες με δειγματοληψία. Πρόκειται για ερευνητικές εργασίες που εκτελούνται στις θέσεις των έργων και σε περιοχές στις οποίες, οι προηγούμενες γεωλογικές αποτυπώσεις και γεωφυσικές διερευνήσεις, επεσήμαναν ενδιαφέρουσες για το έργο συνθήκες, που πρέπει ιδιαίτερα να διερευνηθούν. Οι ερευνητικές αυτές εργασίες αφορούν γεωτρήσεις, ερευνητικές στοές, ερευνητικά φρέατα, ορύγματα και άλλα ανάλογα έργα, τα οποία επιτρέπουν την άμεση επαφή του μελετητή με το γήινο περιβάλλον που επηρεάζει τα τεχνικά έργα καθώς και τη λήψη δειγμάτων για εργαστηριακές δοκιμές.
- 4) Επί τόπου δοκιμές. Πρόκειται για δοκιμές που γίνονται επί τόπου (in situ) για την εκτίμηση της συμπεριφοράς των βραχωδών και των άλλων σχηματισμών σε διάφορες καταπονήσεις και μάλιστα σε συγκεκριμένες καταπονήσεις και σε συγκεκριμένες θέσεις που έχουν σχέση με τα προβλεπόμενα έργα.
- 5) διερεύνηση των υπογείων νερών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΟΔΟΠΟΙΑ-ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οδόστρωμα ορίζεται το σύνολο των επαλλήλων στρώσεων που είναι τοποθετημένες πάνω από το φυσικό έδαφος για τη δημιουργία της οδού. Το οδόστρωμα είναι μια σύνθετη κατασκευή που έχει να επιτελέσει διάφορες λειτουργίες οι οποίες είναι ανόμοιες μεταξύ τους. Το γεγονός αυτό κάνει την κατασκευή αρκετά πολύπλοκη.

Το φυσικό έδαφος στη μορφή που βρίσκεται δεν είναι ικανό να φέρει τις προερχόμενες από την κυκλοφορία καταπονήσεις και δεν έχει την απαιτούμενη λεία επιφάνεια για την ομαλή κίνηση των τροχών. Επιπλέον δεν αντέχει στις κλιματολογικές διακυμάνσεις, την υγρασία, την βροχή κλπ. όταν επάνω του κινούνται οχήματα. Για τους λόγους αυτούς κατασκευάζονται τα οδοστρώματα.

Ο αντικειμενικός σκοπός του οδοστρώματος είναι να παραλάβει τα φορτία της κυκλοφορίας και να τα καταλείψει στο υπέδαφος. Βασική επιδίωξη είναι οι μεταβιβαζόμενες στο υπέδαφος τάσεις να μειώνονται σε τέτοιο βαθμό ώστε να μην επιφέρουν ουσιαστικές παραμορφώσεις ή μετατοπίσεις στην εδαφική στρώση του υπεδάφους. Επίσης, η δομή του οδοστρώματος θα πρέπει να είναι σχεδόν αδιαπέραστη από το νερό έτσι ώστε να προστατεύεται το υλικό έδρασης (ή υπέδαφος) αλλά και οι στρώσεις από ασύνδετα αδρανή (μη σταθεροποιημένες στρώσεις). Τέλος, η επιφάνεια του οδοστρώματος θα πρέπει να παρέχει μια αντλιοσθηρή και ανθεκτική, στη λειαντική δράση των ελαστικών, ομαλή επιφάνεια κύλισης.

Ανάλογα της ελαστικότητας τα οδοστρώματα διακρίνονται σε «εύκαμπτα» και «δύσκαμπτα».

Ως εύκαμπτα θεωρούνται:

- 1) τα ασφαλτικά
- 2) τα κυκλοφοριόπηκτα
- 3) τα σταθεροποιημένα
- 4) τα σκυρωτά

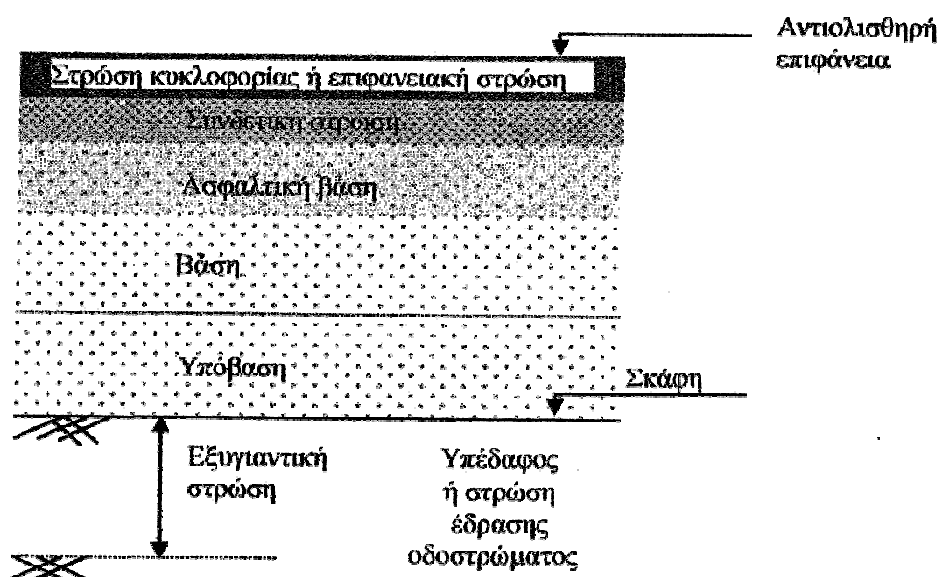
Ως δύσκαμπτα θεωρούνται:

- 1) τα από σκυρόδεμα
- 2) τα λιθόστρωτα

2.2 ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΕΥΚΑΜΠΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

Το εύκαμπτο οδόστρωμα διακρίνεται στις παρακάτω διακεκριμένες στρώσεις: την επιφανειακή στρώση ή στρώση κυκλοφορίας, τη συνδετική στρώση, την ασφαλτική βάση και την βάση/υπόβαση. Ορισμένες φορές, λόγω ύπαρξης πολύ ασθενούς υπεδάφους, κατασκευάζεται και εξυγιαντική στρώση μεταξύ όβασης και υπεδάφους.

Σχήμα 3. Τυπική κατασκευαστική διατομή εύκαμπτου οδοστρώματος



Η στρώση κυκλοφορίας, η συνδετική στρώση και η ασφαλική βάση έχουν όλα σαν συνδετικό υλικό την άσφαλο. Η βάση και η υπόβαση σε συμβατικό εύκαμπτο οδόστρωμα αποτελούνται από ασύνδετα αδρανή υλικά.

2.2.1 Ο ρόλος των στρώσεων:

Η *επιφανειακή στρώση* ή *στρώση κυκλοφορίας* είναι η ανώτατη ασφαλική στρώση του οδοστρώματος. Κύριος σκοπός της είναι να παρέχει επίπεδη και αντλιοσθηρή επιφάνεια κύλισης. Η αντλιοσθηρή της ικανότητα μπορεί να προέλθει από την κοκκομετρική διαβάθμιση και την σκληρότητα και ανθεκτικότητα των αδρανών υλικών του ασφαλτομίγματος, ή από την ειδική αντλιοσθηρή στρώση η οποία διαστρώνεται πάνω σ' αυτήν. Επιπρόσθετα, η στρώση κυκλοφορίας δεν πρέπει να παραμορφώνεται υπό την επίδραση της κυκλοφορίας και πρέπει να αντιστέκεται στη ρηγμάτωση. Είναι επιθυμητό, αλλά όχι απαραίτητο, να συμβάλει στην αντοχή του οδοστρώματος, να είναι αδιαπέρατη από το νερό και να περιορίζει το θόρυβο της κυκλοφορίας. Αν δεν συνυπάρχουν οι πρώτες δύο προαναφερθείσες επιθυμητές ιδιότητες, θα πρέπει αυτές να παρέχονται από τις υποκείμενες ασφαλικές στρώσεις.

Η *συνδετική στρώση* παρέχει την επιφάνεια πάνω στην οποία εδράζεται η στρώση κυκλοφορίας. Μαζί με την υποκείμενη ασφαλική στρώση συμβάλλει στην αντοχή του οδοστρώματος και αποτελεί την κύρια δομική στρώση του εύκαμπτου οδοστρώματος. Αν η στρώση κυκλοφορίας είναι διαπερατή από το νερό, η συνδετική στρώση πρέπει να είναι οπωσδήποτε από ασφαλτόμιγμα πυκνής κοκκομετρικής διαβάθμισης. Επιπλέον, η συνδετική στρώση δεν πρέπει να παραμορφώνεται εύκολα υπό την επίδραση της κυκλοφορίας, πρέπει να είναι ανθεκτική στη ρηγμάτωση και να έχει καλή συμπεριφορά σε κόπωση.

Η *ασφαλική βάση* μαζί με την συνδετική στρώση είναι οι βασικές δομικές ασφαλικές στρώσεις του εύκαμπτου οδοστρώματος που παραλαμβάνουν και κατανέμουν την εφαρμοζόμενη φόρτιση της κυκλοφορίας, ώστε να μην υπερφορτίζονται οι υποκείμενες στρώσεις. Είναι η στρώση με τη μεγαλύτερη

συμμετοχή στη συνολική ακαμψία του οδοστρώματος και στην αντίσταση του σε κόπωση. Λόγω του ασφαλικού υλικού που περιέχει και του μεγαλύτερου πάχους σε σχέση με τις άλλες ασφαλικές στρώσεις συμβάλλει ουσιαστικά στη συμπεριφορά του οδοστρώματος σε παραμένουσα παραμόρφωση. Είναι δηλαδή απαραίτητο η ασφαλική βάση να έχει καλό δυναμικό και στατικό μέτρο δυσκαμψίας καθώς και καλή συμπεριφορά σε κόπωση.

Η *βάση/υπόβαση* είναι η στρώση από ασύνδετα διαβαθμισμένα αδρανή υλικά. Μπορεί να αποτελείται από δύο διακεκριμένες στρώσεις: τη βάση και την υπόβαση. Σκοπός της είναι να μειώσει τα κατακόρυφα φορτία της κυκλοφορίας που μεταβιβάζονται στο τπέδαφος. Προσφέρει μια καλή επιφάνεια για τη διάστρωση και συμπύκνωση της ασφαλικής βάσης. Κατά την κατασκευή, προσφέρει επίσης καλή επιφάνεια για την κυκλοφορία των μηχανημάτων οδοποιίας. Λειτουργεί και ως αντιπαγετική στρώση δεδομένου ότι τα αδρανή υλικά δεν είναι παγοπληκτικά.

Η *εξυγιαντική στρώση* σκοπό έχει τη βελτίωση της φέρουσας ικανότητας του ασθενούς υπεδάφους και την προστασία αυτού από καταστροφή κατά την διάρκεια της κατασκευής αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του οδοστρώματος. Κατασκευάζεται από σχετικά φθηνά κατάλληλα αδρανή υλικά ή από σταθεροποιημένα επί του έργου κοκκώδη ή λεπτόκοκκα συνεκτικά εδαφικά υλικά. Η εξυγιαντική στρώση κατασκευάζεται μεταξύ του φυσικού εδάφους και της βάσης/υπόβασης, ως υποκατάστατο του φυσικού εδάφους. Η στρώση βάσης/υπόβασης μαζί με την εξυγιαντική στρώση θεωρείται ότι αποτελούν τη θεμελίωση του οδοστρώματος.

2.3 ΥΛΙΚΑ ΕΥΚΑΜΠΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

2.3.1 Εισαγωγή

Η χρήση των κατάλληλων υλικών και ο σωστός τρόπος ενσωμάτωσης τους στη δομή του οδοστρώματος είναι ζωτικής σημασίας για τη συμβατότητα του σχεδιασμού με τη μελλοντική συμπεριφορά του οδοστρώματος. Θα αναλύσουμε

τα υλικά της εξυγιαντικής στρώσης και της βάσης/υπόβασης, τα υλικά για την παραγωγή των ασφαλικών σκυροδεμάτων της ασφαλικής βάσης και της συνδετικής στρώσης και για την παραγωγή ασφαλτομιγμάτων επιφανειακών στρώσεων.

2.3.2 Υλικά Εξυγιαντικής στρώσης

Το υλικό που χρησιμοποιείται στην εξυγιαντική στρώση είναι συνήθως επίλεκτο κοκκώδες εδαφικό υλικό, ή άλλα κοκκώδη υλικά, ουσιαστικά, από οποιοδήποτε πέτρωμα (πλην κιμωλίας) ή παραπροϊόντα υλικά ορυχείων.

Ορισμένες φορές χρησιμοποιείται σταθεροποιημένο εδαφικό υλικό με υδράσβεστο ή τσιμέντο. Ουσιαστικά σταθεροποιείται το εδαφικό υλικό του έργου, εφόσον αυτό είναι κατάλληλο για σταθεροποίηση, με την προσθήκη ενός από τα παραπάνω δύο συνδετικά υλικά. Τα υλικά της εξυγιαντικής στρώσης θα πρέπει να έχουν τις κατάλληλες ιδιότητες και να κατασκευάζονται σύμφωνα με τις προβλεπόμενες τεχνικές οδηγίες.

2.3.3 Υλικά Στραγγιστικής στρώσης

Τα υλικά της στραγγιστικής στρώσης είναι κατάλληλα υλικά από θραυστά αδρανή, φυσικές αποθέσεις, απορρίμματα ορυχείων ή σκωρίες και διαβαθμισμένα ώστε να παρέχεται καλή παροχευτική ικανότητα από τη στραγγιστική στρώση.

Η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών καθορίζεται μετά από ειδική μελέτη, ανάλογα με την παροχευτική ικανότητα της στρώσης που απαιτείται. Γενικότερα, η κοκκομετρική διαβάθμιση των αδρανών υλικών συνιστάται να βρίσκεται εντός του εύρους των ορίων.

Πίν.3 Όρια κοκκομετρικής διαβάθμισης μίγματος αδρανών υλικών για στραγγιστική στρώση.

Μέγεθος Κοσκίνου (mm)	Διερχόμενο Ποσοστό (%)
37,5	100
10	50-100
4	35-90
1	15-50
0,5	5-35
0,125	0-5

Τα υλικά για στραγγιστική στρώση θα πρέπει να μην έχουν πλαστικότητα. Επίσης σε καμία περίπτωση η στραγγιστική στρώση δεν θα πρέπει να κατασκευάζεται από αδρανή υλικά με κοκκομετρική διαβάθμιση εντός των ορίων Ο-155. Η στραγγιστική στρώση μπορεί επίσης να είναι από ανοικτής διαβάθμισης ασφαλτόμιγμα σύμφωνα με την προδιαγραφή ASTM 3515. Τέτοια μίγματα παρέχουν μεγαλύτερη ευστάθεια στρώσης, είναι όμως ακριβότερα από ότι η ασύνδετη στρώση με κατάλληλα αδρανή υλικά.

2.3.3 Υλικά Αντιπαγετικής στρώσης

Η παγετική στρώση απαιτείται όταν η περιοχή είναι παγοπληκτική, το εδαφικό υλικό έδρασης είναι παγοπληκτικό και το βάθος παγοπληξίας είναι μεγαλύτερο του πάχους του οδοστρώματος.

Τα συνεκτικά εδαφικά υλικά μπορούν να θεωρηθούν μη παγοπληκτικά όταν ο Δείκτης πλαστικότητας (PI) είναι μεγαλύτερος του 15, εφόσον υπάρχει καλή αποστράγγιση του εδαφικού υλικού ή όταν ο Δείκτης πλαστικότητας (PI) είναι μεγαλύτερος του 20, όταν δεν υπάρχει καλή αποστράγγιση, δηλαδή ο υδροφόρος ορίζοντας αναμένεται να είναι, σε κάποιες περιόδους λειτουργίας της οδού, εντός των 60cm κάτω από την επιφάνεια της στρώσης έδρασης. Επίσης, η προσθήκη μικρής ποσότητας συνδετικού υλικού (τσιμέντο, υδράσβεστος κλπ.) μειώνει τη διόγκωση των υλικών αυτών λόγω παγετού. Η επαρκής συμύκνωση των υλικών αυτών μειώνει την τάση διόγκωσης λόγω παγετού.

Όλα τα μη συνεκτικά εδαφικά υλικά (πλην φυσικών ασβεστολιθικών αμμοχάλικων) μπορούν να θεωρηθούν μη παγοπληκτικά εάν το διερχόμενο ποσοστό από το κόσκινο No.200 (παιπάλη) είναι μικρότερο ή ίσο του 10%.

Όλα τα θραυστά αδρανή με ποσοστό απορρόφησης υγρασίας μικρότερο του 2% και με ποσοστό παιπάλης (διερχόμενο του κόσκινου 0,075mm) μικρότερο ή ίσο του 10%, θεωρούνται μη παγοπληκτικά. Αντίθετα, όλα τα θραυστά αδρανή από ωολιθικό ή μαγνησιακό ασβεστόλιθο θα πρέπει να θεωρούνται παγοπληκτικά όταν το ποσοστό απορρόφησης υγρασίας είναι μεγαλύτερο του 3%, ανεξαρτήτως της περιεκτικότητας σε παιπάλη.

Θραυστά γρανητικά αδρανή με ποσοστό παιπάλης μικρότερο ή ίσο του 10%, θεωρούνται μη παγοπληκτικά.

Τέλος, θραυστά αδρανή από σκωρίες θεωρούνται μη παγοπληκτικά.

2.3.5 Υλικά βάσης/υπόβασης

Τα υλικά για την κατασκευή της βάσης/υπόβασης είναι θραυστό υλικό από λίθους λατομείων, ή αμμοχάλικο θραυστό ή μη, από ποταμούς, χείμαρρους και ορυχεία, ή τεχνητά υλικά ορυκτής προέλευσης που έχουν προκύψει μετά από θερμική ή άλλη βιομηχανική επεξεργασία. Τα υλικά της βάσης/υπόβασης θα πρέπει να έχουν τις κατάλληλες ιδιότητες και να κατασκευάζονται σύμφωνα με τις τεχνικές οδηγίες. Επίσης, τα υλικά για να είναι κατάλληλα για την κατασκευή της βάσης/υπόβασης θα πρέπει να έχουν τις ιδιότητες που δίνονται παρακάτω.

Ιδιότητα	Βάση	Υπόβαση
Για τα χονδρόκοκκα υλικά		
Φθορά κατά Los Angeles κατά EN 1097-2	≤40%	≤40% ή≤50%
Δείκτης πλακοειδούς, κατά EN 933-5	≤35%	
Ποσοστό ‘τελείως’ σφαιρικών κόκκων, κατά EN 933-5 (μόνο για τα θραυστά αμμοχάλικα)	≤10%	
Για τα λεπτόκοκκα υλικά		
Όριο υδαρότητας, κατά ΥΠΕΧΩΔΕ, Ε 105-86/5	≤25	
Δείκτης πλαστικότητας, κατά ΥΠΕΧΩΔΕ, Ε 105-86/6	≤3	≤4 ή≤6(α)
Ισοδύναμο άμμου, κατά EN 933-8	≥40%	
Μπλε του μεθυλενίου κατά ΕΛΟΤ EN 933-9 1) στο κλάσμα 0/0,125mm, (MBf) 2) στο κλάσμα 0/2mm (MB) (στην περίπτωση που το Ισοδύναμο Άμμου είναι <40)β	≤10 g/kg ≤3 g/kg	

Ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση (δοκιμή υγείας με θειικό μαγνήσιο)	$\leq 18\%$
Για τεχνητά υλικά	(α)

Πίν.4 (α) Στρώσεις οδοστρωμάτων από ασύνδετα αδρανή

(β) Συνιστάται και στις περιπτώσεις, όπου το Ισοδύναμο άμμου είναι < 55

2.3.6 Υλικά για ασφαλικές στρώσεις

Τα υλικά για ασφαλικές στρώσεις είναι ασφαλτομίγματα που συνίστανται από κατάλληλα θραυστά αδρανή υλικά και ασφαλικό συνδετικό υλικό το οποίο είναι κοινή ή τροποποιημένη άσφαλτος οδοστρωσίας.

Τα ασφαλτομίγματα διακρίνονται σε: α) ασφαλτόμιγμα για την κατασκευή ασφαλικής βάσης, της συνδετικής στρώσης, της ισοπεδωτικής στρώσης και, σε ορισμένες περιπτώσεις, για την κατασκευή της επιφανειακής στρώσης, και β) ασφαλτομίγματα για επιφανειακές στρώσεις.

Το ασφαλτόμιγμα για το (α) είναι το ασφαλικό σκυρόδεμα κλειστού τύπου (ΑΣ).

Τα ασφαλτομίγματα για το (β) είναι:

- 1)το ασφαλτόμιγμα για λεπτές επιφανειακές στρώσεις (ΑΛΕΣ),
- 2)το ασφαλτόμιγμα πορώδους σύνθεσης (ΑΠΣ),
- 3)το ψυχρό ασφαλτόμιγμα μικρό-επιφανειακής στρώσης (ΨΑΜΕ), και
- 4)το ασφαλτόμιγμα SMA (SMA).

Το κάθε ασφαλτόμιγμα θα πρέπει να έχει τις κατάλληλες ιδιότητες και να κατασκευάζεται σύμφωνα με τις προβλεπόμενες από τη Σύμβαση Προδιαγραφές, Τεχνική Συγγραφή Υποχρεώσεων και τις τεχνικές οδηγίες.

A. Ασφαλτικό σκυρόδεμα κλειστού τύπου (ΑΣ)

Το ασφαλτικό σκυρόδεμα κλειστού τύπου παρ' όλο που είναι κατάλληλο για όλες τις ασφαλτικές στρώσεις, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για τη κατασκευή επιφανειακής στρώσης σε δρόμους με δύο ή περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση όπως και σε επικίνδυνες θέσεις ανεξάρτητα του αριθμού των λωρίδων κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση.

B.1 Ασφαλτόμιγμα για λεπτές επιφανειακές στρώσεις (ΑΛΕΣ)

Το ασφαλτόμιγμα για λεπτή επιφανειακή στρώση (ΑΛΕΣ) διαστρώνεται σε πάχος 2,5cm έως 3,0cm και η στρώση που παράγεται έχει πολύ καλά επιφανειακά χαρακτηριστικά, όπως καλό συντελεστή τριβής, καλή διαπερατότητα και μείωση του παραγόμενου θορύβου από τα ελαστικά των οχημάτων.

Το ασφαλτόμιγμα αυτό είναι μη συνεχούς κοκκομετρικής διαβάθμισης αποτελούμενο από αδρανή για επιφανειακές στρώσεις (σκληρά αδρανή) και τροποποιημένη ή κοινή άσφαλτο. Παράγεται και διαστρώνεται με μηχανήματα παραγωγής και διάστρωσης θερμών ασφαλτικών μιγμάτων. Όταν διαστρώνεται πάνω σε παλιό οδόστρωμα η επιφάνεια θα πρέπει να είναι ομαλή και απαλλαγμένη από ρηγματώσεις, ή λακκούβες ή εξίδρωση ασφάλτου ή άλλη επιφανειακή κάκωση.

B.2 Ασφαλτόμιγμα πορώδους σύνθεσης

Το ασφαλτόμιγμα συνίσταται από κατάλληλα σκληρά αδρανή, τροποποιημένη ή κοινή άσφαλτο με ή χωρίς προσθήκη ινών και παράγεται και διαστρώνεται με μηχανήματα ανάμιξης και διάστρωσης θερμών ασφαλτικών μιγμάτων.

Το ασφαλτόμιγμα πορώδους σύνθεσης (ΑΠΣ) δίνει στη στρώση άριστα αποστραγγιστικά χαρακτηριστικά και ικανότητα μείωσης του θορύβου που παράγεται από την κυκλοφορία.

B.3 Ψυχρό ασφαλτόμιγμα μικρο-επιφανειακής στρώσης

Το ψυχρό ασφαλτόμιγμα μικρό-επιφανειακής στρώσης (ΨΑΜΕ) είναι μίγμα τροποποιημένου με πολυμερή ασφαλτικού γαλακτώματος, κατάλληλων αδρανών υλικών, παιπάλης, νερού και χημικών πρόσθετων, σε κατάλληλες αναλογίες. Σε ορισμένες περιπτώσεις στο ψυχρό ασφαλτόμιγμα προστίθεται και μικρή ποσότητα ινών.

Το ΨΑΜΕ διαστρώνεται σε πάχος 10mm περίπου και η στρώση που παράγεται έχει πολύ καλό συντελεστή τριβής ή αντλιοποίησης και καλή σφραγιστική ικανότητα. Το πρώτο την καθιστά αντλιοποιητή στρώση και το δεύτερο προστατευτική στρώση.

Το ΨΑΜΕ διαστρώνεται πάνω σε νέα ή παλιά οδοστρώματα, των οποίων η επιφάνεια είναι ομαλή. Όταν το ΨΑΜΕ διαστρώνεται επί νέου οδοστρώματος, η επιφάνεια πρέπει να είναι ομαλή και σύμφωνη με τις απαιτήσεις περί ομαλότητας. Όταν διαστρώνεται πάνω σε παλιό οδόστρωμα η επιφάνεια δεν θα πρέπει να είναι ρηγματωμένη, ή να παρουσιάζει τοπικές ανωμαλίες, ή άλλες κακώσεις. Σε αντίθετη περίπτωση, πριν τη διάστρωση της μικρο-επιφανειακής στρώσης θα πρέπει να γίνονται οι σχετικές εργασίες συντήρησης.

Ορισμένες φορές πριν τη διάστρωση του ΨΑΜΕ στην επιφάνεια του οδοστρώματος διαστρώνεται ένα λεπτόκοκκο μίγμα υποδοχής.

B.4 Ασφαλτόμιγμα SMA

Το ασφαλτόμιγμα Stone Mastic Asphalt (SMA) ή ασφαλτόμιγμα σκυρομαστίχης είναι ένα ασφαλτόμιγμα μη συνεχούς κοκκομετρικής διαβάθμισης στο οποίο ο σκελετός του μίγματος αποτελείται από θραυστά χονδρόκοκκα αδρανή που συνδέονται με ασφαλτικό κονίαμα υψηλής περιεκτικότητας σε άσφαλτο.

Τα θραυστά χονδρόκοκκα αδρανή (>2 mm) είναι κατάλληλα για επιφανειακές (αντλιοποιητές) στρώσεις και το ασφαλτικό κονίαμα αποτελείται από κοινή ή τροποποιημένη άσφαλτο οδοστρωσίας, θραυστά λεπτόκοκκα

αδρανή, παιπάλη και ίνες. Οι ίνες προστίθενται για να μην αποστραγγίζεται το υψηλό ποσοστό ασφάλτου στο μίγμα.

Η παραγωγή και η διάστρωση του μίγματος SMA γίνεται με μηχανήματα παραγωγής

και διάστρωσης θερμών ασφαλτικών μιγμάτων, με τη μόνη διαφορά ότι για την προσθήκη των ινών απαιτείται μικρή τροποποίηση του συγκροτήματος παραγωγής ασφαλτομίγματος για την τροφοδοσία των ινών.

Η στρώση που προκύπτει έχει πάχος 30mm ή 40mm, καλά επιφανειακά χαρακτηριστικά και είναι μεγάλης διάρκειας ζωής.

Η αντιολισθηρή στρώση με μίγμα SMA εφαρμόζεται σε νέα ή παλιά οδοστρώματα, κατά προτίμηση όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι υψηλός. Όταν το SMA διαστρώνεται σε νέο οδόστρωμα, η επιφάνεια πρέπει να είναι ομαλή και σύμφωνη με τις απαιτήσεις περί ομαλότητας. Όταν διαστρώνεται πάνω σε παλιό οδόστρωμα η επιφάνεια δεν θα πρέπει να είναι ρηγματωμένη, ή να παρουσιάζει τοπικές ανωμαλίες, ή άλλες κακώσεις.

2.4 ΔΥΣΚΑΜΠΤΑ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΑ

2.4.1 Γενικά

Δύσκαμπτα ή άκαμπτα οδοστρώματα είναι τα οδοστρώματα με μεγάλη ακαμψία που κατ' απολκείστικότητα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα. Λόγω της μεγάλης ακαμψίας που διαθέτουν, σε αντίθεση με τα εύκαμπτα οδοστρώματα, οι τοπικές καθιζήσεις που πιθανόν να εμφανιστούν κάτω από αυτά δεν αντανakλώνται στην επιφάνεια κύλισης.

Οι βασικές δομικές στρώσεις ενός τυπικού δύσκαμπτου οδοστρώματος είναι δύο:

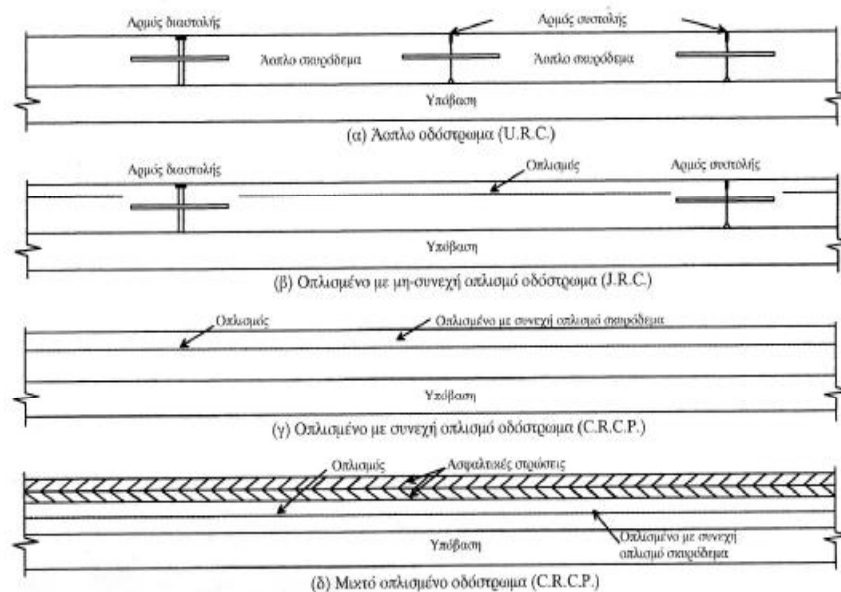
- 1) η στρώση πάνω στην οποία θα εδράσει η πλάκα του σκυροδέματος και ονομάζεται υπόβαση

- 2) η πλάκα από σκυρόδεμα, η επιφάνεια της οποίας είναι και η επιφάνεια κύλισης του οδοστρώματος.

Αναλόγως της κατασκευής της πλάκας, τα δύσκαμπτα οδοστρώματα χωρίζονται σε τρεις τύπους:

- 1) τα άοπλα οδοστρώματα
- 2) τα οπλισμένα με μη-συνεχή οπλισμό οδοστρώματα
- 3) τα οπλισμένα με συνεχή οπλισμό οδοστρώματα.

Σχήμα 4. Χαρακτηριστικοί τύποι των δύσκαμπτων οδοστρωμάτων.



Η βασική διαφορά μεταξύ των άοπλων ή οπλισμένων με μη-συνεχή οπλισμό οδοστρωμάτων και των οπλισμένων με συνεχή οπλισμό δύσκαμπτων οδοστρωμάτων είναι ότι στα πρώτα κατασκευάζονται αρμοί και στις δύο διευθύνσεις, εγκάρσια και διαμήκη, ενώ στα δεύτερα μόνο κατά την διαμήκη διεύθυνση. Σήμερα υπάρχει η τάση να κατασκευάζονται άοπλα ή οπλισμένα με συνεχή οπλισμό δύσκαμπτα οδοστρώματα.

Η κατασκευή του άοπλου οδοστρώματος είναι απλούστερη και σε απόλυτες τιμές κόστους φθηνότερη. Βασικό μειονέκτημα των άοπλων οδοστρωμάτων είναι η σχετικά μεγάλη συχνότητα των εγκάρσιων αρμών που μειώνει την άνεση

κατά την οδήγηση καθώς επίσης αυξάνει τις πιθανότητες κατασκευαστικής αστοχίας και μελλοντικής πιθανής διαφορικής καθίζησης των πλακών. Το μειονέκτημα αυτό περιορίζεται με τη χρήση σιδηρού οπλισμού. Σε αυτήν την περίπτωση ο αριθμός των εγκάρσιων αρμών μειώνεται και ιδιαίτερα όταν ο οπλισμός είναι συνεχής οι εγκάρσιοι αρμοί δεν κατασκευάζονται. Το κόστος κατασκευής και στις δύο περιπτώσεις είναι αναλογικά μεγαλύτερο από αυτού του άοπλου δύσκαμπτου οδοστρώματος.

Σε ορισμένες χώρες κατασκευάζονται τα λεγόμενα «μικτά» δύσκαμπτα οδοστρώματα. Τα οδοστρώματα αυτά συνθέτουν μια τέταρτη ομάδα και αποτελούνται από τρεις διακεκριμένες δομικές στρώσεις:

- 1) την υπόβαση
- 2) την πλάκα σκυροδέματος με συνεχή οπλισμό
- 3) ασφαλική στρώση

Τα οδοστρώματα αυτά είναι κατά κανόνα ακριβότερα όλων των άλλων προαναφερθέντων τύπων και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνο σε αυτοκινητοδρόμους ή περιοχές όπου το κόστος συντήρησης λόγω των καθυστερήσεων και της κυκλοφοριακής ανωμαλίας που θα επέλθει είναι μεγάλο.

Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί ο'τι σε έναν πολύ μικρό αριθμό του συνόλου των κατασκευών χρησιμοποιείται προεντεταμένο σκυρόδεμα. Η χρήση του προεντεταμένου σκυροδέματος έχει ορισμένα πλεονεκτήματα, πλην όμως η κατασκευή είναι ακριβότερη και απαιτείται ύπαρξη κατάλληλου μηχανικού εξοπλισμού και εξειδικευμένου προσωπικού. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του προεντεταμένου σκυροδέματος είναι:

- 1) η μείωση του πάχους της πλάκας (συνήθως της προεντεταμένης πλάκας για οδοστρώματα οδοποιίας είναι 10-15cm)
- 2) δυνατότητα εφαρμογής μεγαλύτερων φορτίων και μείωση του συνολικού αριθμού σε σύγκριση με τα οπλισμένα με μη συνεχή οπλισμό οδοστρώματα.

Στην Ελλάδα η χρήση των δύσκαμπτων οδοστρωμάτων είναι ανύπαρκτη. Περιορισμένη εφαρμογή άοπλου δύσκαμπτου οδοστρώματος γίνεται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, όπως δάπεδα στάθμευσης αεροσκαφών, χώροι στάθμευσης φορτηγών εμπορευματοκιβωτίων, περιβάλλοντες χώροι σταθμών ανεφοδιασμού και μικροί δρόμοι σε ανωφέρειες όπου δεν είναι δυνατόν να διαστρωθεί το θερμό ασφαλτόμιγμα.

2.5 ΥΠΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΔΥΣΚΑΜΠΤΩΝ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

2.5.1 Υπέδαφος

Η κυριότερη ιδιότητα του υπεδάφους κατά το σχεδιασμό ενός δύσκαμπτου οδοστρώματος είναι το κατά πόσο αυτό είναι σε θέση να παρέχει ομοιόμορφη έδραση της πλάκας, καθ' όλο το μήκος της οδού και καθ' όλη τη διάρκεια σχεδιασμού. Οι κυριότεροι παράμετροι που επηρεάζουν άμεσα την αντοχή του υπεδάφους είναι η υγρασία και οι χαμηλές θερμοκρασίες. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνιστάται ο υποβιβασμός της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και η διατήρηση αυτού σε επίπεδο μεγαλύτερο των 600mm. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με την κατασκευή στραγγιστηρίων είτε με την κατασκευή επιχώματος.

Εάν η φέρουσα ικανότητα του υπεδάφους είναι ικανοποιητική και το υπέδαφος δεν είναι παγόπληκτο, η υπόβαση εδράζει πάνω στο υπέδαφος. Στην περίπτωση των δύσκαμπτων οδοστρωμάτων, το υπέδαφος θεωρείται ότι έχει ικανοποιητική φέρουσα ικανότητα και δεν απαιτείται εξυγιαντική στρώση όταν το CBR αυτού είναι μεγαλύτερο του 15%. Όταν η φέρουσα ικανότητα του υπεδάφους είναι καλή (συνήθως CBR μεγαλύτερο 30%, ή βραχώδες έδαφος) η πλάκα του οδοστρώματος μπορεί να εδρασθεί απευθείας πάνω στο υπέδαφος αφού έχει διαφραλιστεί η επιπεδότητα αυτού.

2.5.2 Υπόβαση

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή της υπόβασης είναι κοκκώδη ή θραυστά αδρανή, σταθεροποιημένα ή όχι με τσιμέντο, όμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για υποβάσεις και βάσεις σε εύκαμπτα οδοστρώματα.

Η επιφάνεια της υπόβασης θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν επίπεδη, έτσι ώστε να διευκολυνθεί η κατασκευή ομοιόμορφου πάχους πλάκας και να αποφευχθεί η χρήση περισσότερης ποσότητας σκυροδέματος που θα αυξήσει το κόστος κατασκευής.

Ο ρόλος της υπόβασης στα δύσκαμπτα οδοστρώματα δεν είναι τόσο για την αύξηση της δομικής αντοχής του οδοστρώματος όσο κυρίως να παρασχεθεί μια στρώση με ομοιόμορφη φέρουσα ικανότητα, προς αποφυγή τοπικών αστοχιών. Η συμπεριφορά του υπεδάφους δεν είναι ομοιόμορφη καθ' όλο το μήκος της οδού έτσι η υπόβαση παρέχει μια καλή επιφάνεια για την κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων κατά την κατασκευή. Οι περιπτώσεις όπου αναμένεται μη ομοιόμορφη συμπεριφορά του υπεδάφους είναι όταν είναι δυνατόν να εμφανιστούν ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω φαινόμενα:

- 1) ύπαρξη θερμοκρασιών κάτω του μηδενός (παγετός)
- 2) κακή αποστράγγιση της κατασκευής
- 3) διόγκωση/συρρίκνωση του υπεδάφους λόγω ύπαρξης αργιλικών υλικών
- 4) άντληση των λεπτόκοκκων υλικών του υπεδάφους

Η ύπαρξη σωστά σχεδιασμένης υπόβασης εκμηδενίζει τα αρνητικά αποτελέσματα και τα οποία σε όλες τις περιπτώσεις είναι αιτίες πρόωρης ρηγμάτωσης της πλάκας.

1. Προστασία από παγετό

Για την προστασία των παγόπληκτων εδαφών και της κατασκευής θα πρέπει το πάχος της υπόβασης και της πλάκας να είναι μεγαλύτερο του βάθους διείσδυσης του παγετού και το επίπεδο του υδροφόρου ορίζοντα να διατηρηθεί

σε βάθος μεγαλύτερο ή ίσο των 600mm από το επίπεδο της σκαφής και το πάχος της πλάκας και της υπόβασης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο ή ίσο των 450mm.

2. Αποσταγγιστική ικανότητα της κατασκευής

Στα δύσκαμπτα οδοστρώματα είναι περισσότερο επιβεβλημένη η παροχή ικανοποιητικού συστήματος αποστράγγισης της κατασκευής. Παρακράτηση του νερού κάτω από την επιφάνεια της πλάκας είναι η πιθανότερη αιτία θραύσης των γωνιαίων τμημάτων και εμφάνισης ρωγμών στη επιφάνεια λόγω διαστολής του παρακρατηθέντος ύδατος.

3. Διόγκωση/συρρίκνωση υπεδάφους

Η αρνητική επίδραση της εμφάνισης διόγκωσης/συρρίκνωσης του υπεδάφους αποφεύγεται με τη διατήρηση του υδροφόρου ορίζοντα σε βάθος μεγαλύτερο από 600mm από την σκαφή, τη δημιουργία καλού συστήματος αποστράγγισης υπόγειων και επιφανειακών υδάτων, τη σταθεροποίηση του εδάφους και την κατασκευή.

Το φαινόμενο της διόγκωσης/συρρίκνωσης είναι περισσότερο έντονο σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες και περιόδους ξηρασίας.

4. Άντληση λεπτόκοκκων υλικών

Η άντληση λεπτόκοκκων υλικών από την υποκείμενη στρώση αποτελεί ένα από τους κυριότερους παράγοντες εμφάνισης ρηγματώσεων στις γωνίες ή στις ακμές της πλάκας. Το φαινόμενο αυτό αποφεύγεται με την κατασκευή της υπόβασης από κατάλληλα υλικά που δεν περιέχουν μεγάλο ποσοστό φίλλερ και ο δείκτης πλαστικότητας (PI) είναι μικρότερος από 6.

2.6 ΠΛΑΚΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Η πλάκα σκυροδέματος σε ένα δύσκαμπτο οδόστρωμα σκοπό δεν έχει να παραλαμβάνει και να μεταβιβάζει τις τάσεις του κυκλοφοριακού φόρτου στο υπέδαφος. Το υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή της πλάκας είναι το σκυρόδεμα το οποίο αποτελείται από χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα αδρανή, νερό και πιθανότατα ένα ή περισσότερα χημικά πρόσθετα .

2.6.1 Αδρανή

Τα αδρανή που χρησιμοποιούνται είναι θραυστά ή φυσικά, καθαρά και ανθεκτικά αδρανή. Ο μέγιστος κόκκος των αδρανών που θα χρησιμοποιηθεί για το σκυρόδεμα δύσκαμπτων οδοστρωμάτων, καθορίζεται από το πάχος της πλάκας. Σαν γενικός κανόνας ο μέγιστος κόκκος δε θα πρέπει να ξεπερνά το ένα τέταρτο του πάχους της πλάκας. Τα αδρανή, ιδιαίτερα η άμμος, θα πρέπει να είναι από σκληρά πετρώματα μη ασβεστολιθικής προέλευσης έτσι ώστε με τη λείανση που επέρχεται από την κυκλοφορία να μη χάνεται η επιτευχθείσα μικροϋφή της επιφάνειας.

2.6.2 Τσιμέντο

Το τσιμέντο που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του σκυροδέματος είναι το κανονικό τσιμέντο Portland. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν το σκυρόδεμα πρόκειται να εδράσει πάνω από υπόβαση ή υπέδαφος που περιέχει υδατοδιάλυτα θειούχα άλατα, το τσιμέντο θα πρέπει να είναι υψηλής αντοχής σε θειούχα άλατα.

2.6.3 Νερό και άλλα πρόσθετα

Το νερό θα πρέπει να είναι πόσιμο και γενικά απαλλαγμένο από ουσίες που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του σκυροδέματος. Στο σκυρόδεμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν χημικά πρόσθετα με σκοπό να βελτιώσουν την εργασιμότητα ή και να αυξήσουν τη θερμοκρασία ενυδάτωσης με σκοπό να

αναμιγνύεται και να διαστρώνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες ή και να επιταχύνουν την ανάπτυξη της αντοχής του σκυροδέματος κατά τα πρώτα στάδια της σκλήρυνσης. Αρκετά συνήθης είναι η χρήση προσθετικών για την αποτροπή της απόμειξης του σκυροδέματος, της μείωσης της διαπερατότητας, της αύξησης της αντίστασης σε παγοπληξία και της γενικότερης αντοχής σε καιρικές συνθήκες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ – ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ

3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ

Κατολίσθηση είναι το φαινόμενο της διατάραξης της ισορροπίας μιας μάζας εδάφους ή βράχου. Οι κατολισθήσεις αποτελούν μέρος των φυσικών διεργασιών εξέλιξης του γήινου ανάγλυφου, ωστόσο μπορούν να προκληθούν και από εξωτερικές παρεμβάσεις με την έμμεση ή άμεση συμβολή του ανθρώπου. Αν η εδαφική ή βραχώδης μάζα κινηθεί μόνο προς την κατακόρυφη διεύθυνση, το φαινόμενο ονομάζεται καθίζηση, κατάρρευση ή κατάπτωση. Αν υπάρχει και κίνηση κατά την οριζόντια διεύθυνση, τότε χρησιμοποιείται ο γενικός όρος κατολίσθηση.

3.2 ΠΟΥ ΔΙΑΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΟΙ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΟΙΑ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ

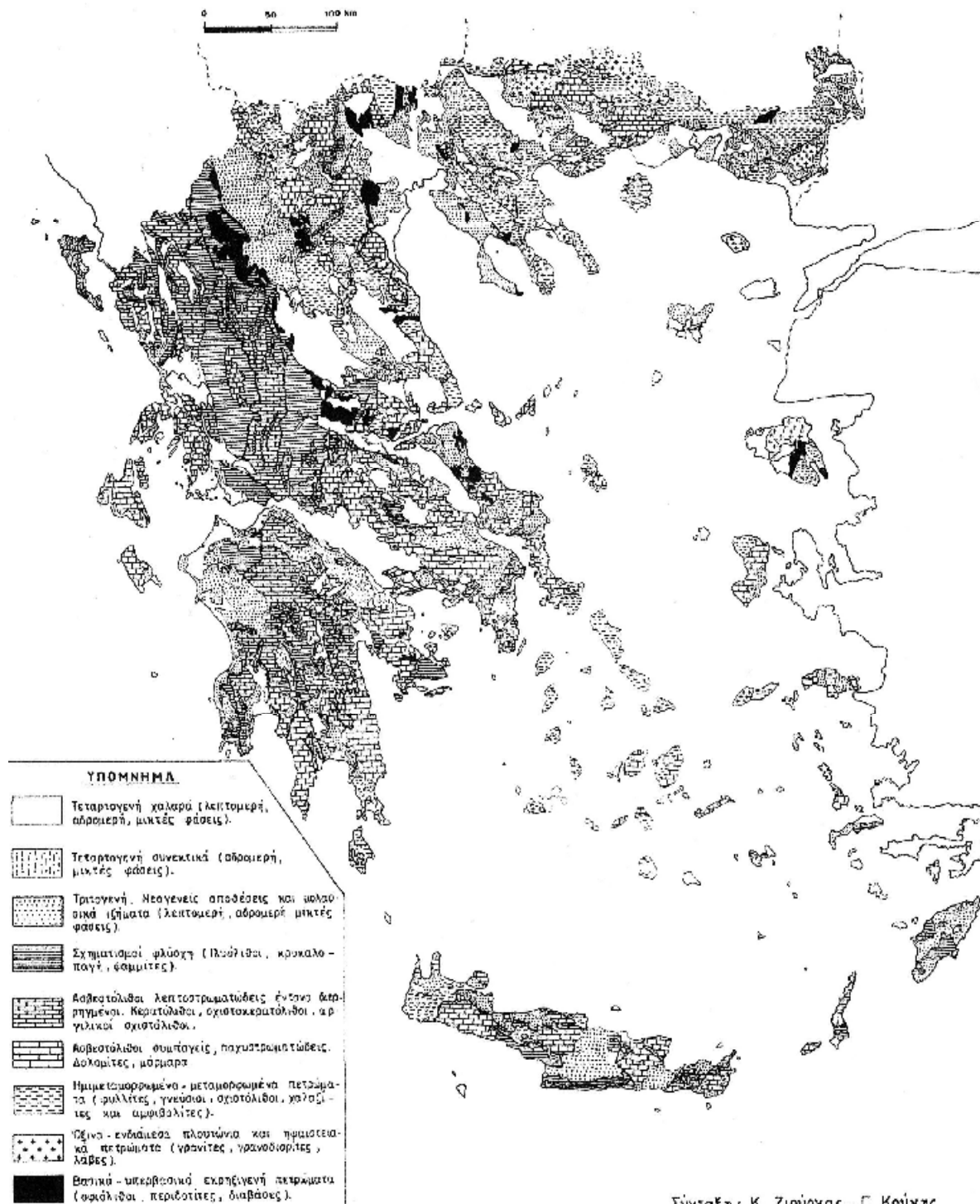
Οι τυπικές κατολισθήσεις συμβαίνουν σε εδάφη ή κατακερματισμένα πετρώματα και συνοδεύονται από μια σειρά χαρακτηριστικών, ενώ διακρίνονται τα εξής μέρη :

1. **Το κυρίως μέτωπο** : Είναι η απότομη επιφάνεια που δημιουργείται στο αδιατάρακτο έδαφος που περιβάλλει την κατολίσθηση.
2. **Δευτερεύοντα μέτωπα** : Είναι οι απότομες επιφάνειες εντός του διαταραγμένου υλικού της κατολίσθησης.
3. **Κεφάλι** : Βρίσκεται στην κορυφή της κατολίσθησης και αποτελείται από τα ανώτερα τμήματα των υλικών που κατολίσθησαν.

4. **Πόδι** : Είναι η γραμμή διατομής μεταξύ του κατώτερου μέρους της επιφάνειας διάρρηξης και της αρχικής επιφάνειας του εδάφους.
5. **Δάκτυλος** : Είναι το τμήμα των υλικών που έχουν κατολισθήσει στη μεγαλύτερη απόσταση από το κύριο μέτωπο της κατολίσθησης.
6. **Κορυφή** : Είναι το ουσιαστικά αδιατάρακτο υλικό που βρίσκεται στα ψηλότερα σημεία του κύριου μετώπου.
7. **Επιφάνεια διάρρηξης** : Είναι η επιφάνεια αποχωρισμού των υλικών που κατολισθαίνουν από το σταθερό υπόβαθρο.
8. **Επιφάνεια ολίσθησης** : Είναι η επιφάνεια πάνω στην οποία γίνεται η κύρια μετατόπιση της μάζας που κατολισθαίνει. Το ανώτερό της τμήμα ταυτίζεται συνήθως με την επιφάνεια διάρρηξης, ενώ το κατώτερο, κάτω από το πόδι, είναι η προϋπάρχουσα επιφάνεια του πρανούς.
9. **Κώνος ή γλώσσα** : Είναι το τμήμα των υλικών που έχουν ξεπεράσει την επιφάνεια διάρρηξης και έχουν ολισθήσει στην αρχική επιφάνεια του πρανούς.

Η εκδήλωση μιας κατολίσθησης είναι συνήθως το αποτέλεσμα της συνδυασμένης δράσης μορφολογικών, γεωλογικών, γεωτεχνικών, περιβαλλοντικών συνθηκών καθώς και ανθρώπινων παρεμβάσεων. Οι τελευταίες μπορούν κυρίως να επιταχύνουν την εκδήλωση του φαινομένου.

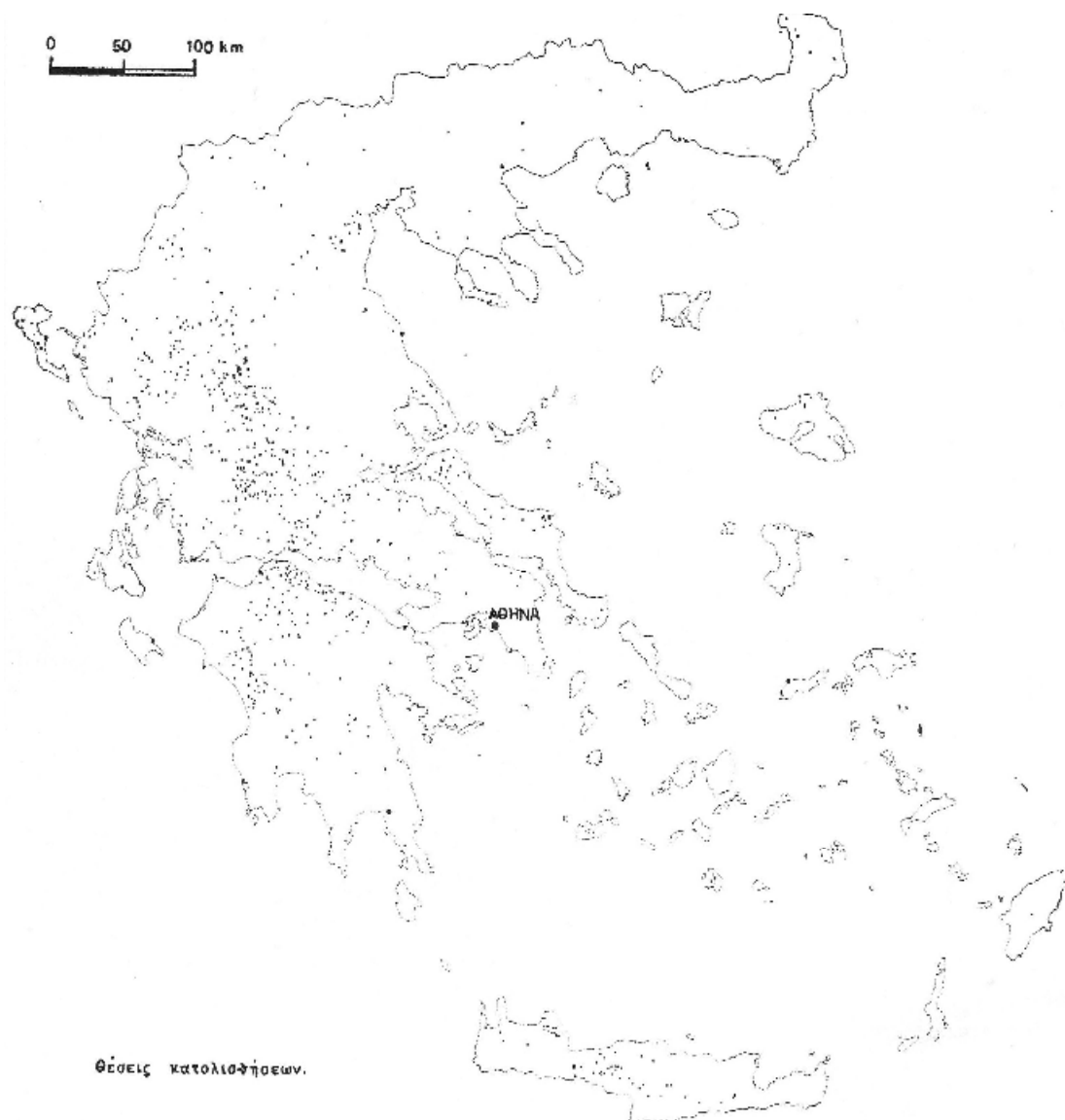
ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ



Χάρτης 1. Τεχνικογεωλογικός χάρτης Ελλάδος

3.3 ΑΙΤΙΑ ΕΚΔΗΛΩΣΗΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ

- Η αφαίρεση της υποστήριξης του πρανούς.
- Η πρόσθετη φόρτιση του πρανούς.
- Η δράση της χλωρίδας και της πανίδας.
- Η αποσάθρωση.
- Η παρουσία του νερού.
- Η γεωλογική δομή.



Χάρτης 2. Χάρτης κατανομής κατολισθήσεων

3.4 ΠΡΟΛΗΨΗ - ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Στον τομέα της αντιμετώπισης των κατολισθήσεων – καθιζήσεων δύο είναι οι κύριες κατηγορίες μέτρων που διακρίνονται. Πρόκειται για τα μέτρα πρόληψης και τα αντίστοιχα της ανάσχεσης – ανακοπής. Η επιτυχία και των δύο ειδών μέτρων εξαρτάται από την επαρκή γνώση των παρακάτω χαρακτηριστικών :

1. Των υδρογεωλογικών συνθηκών που επικρατούν.
2. Των γεωτεχνικών παραμέτρων των γεωλογικών σχηματισμών που επηρεάζονται.
3. Των εδαφοτεχνικών και βραχομηχανικών μεγεθών των σχηματισμών που κατολισθαίνουν ή υπάρχει περίπτωση να κατολισθήσουν – καθιζήσουν.

Η επιλογή των μέτρων – έργων αντιμετώπισης εξαρτάται επίσης αν τα κατολισθαίνοντα υλικά είναι κυρίως βραχώδη ή εδαφικά. Να σημειωθεί επίσης ότι οποιοδήποτε έργο αντιμετώπισης και αν εφαρμοστεί, αυτό μπορεί να αχρηστευτεί αν δεν συντηρείται επαρκώς. Πολύ συχνά είναι τα φαινόμενα της απόφραξης των αγωγών αποστράγγισης και επακόλουθη μείωση των συντελεστών ασφαλείας ενός έργου.

Στα μέτρα – έργα αντιμετώπισης περιλαμβάνονται :

1. **Επιφανειακή αποστράγγιση** : σκοπεύει στην αποφυγή συγκέντρωσης νερού στην επικίνδυνη περιοχή. Επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους, όπως με περιφερειακή τάφρο, εξομάλυνσης της επιφάνειας του πρανούς, κλείσιμο των ρωγμών, απαγόρευση της καλλιέργειας στην επικίνδυνη περιοχή, επιφανειακές τάφροι – αύλακες συλλογής υδάτων κλπ.
2. **Υπόγεια αποστράγγιση** : τρόπος πιο δαπανηρός από τον προηγούμενο, που αποσκοπεί κυρίως στην αποφυγή της μείωσης των τριβών σε

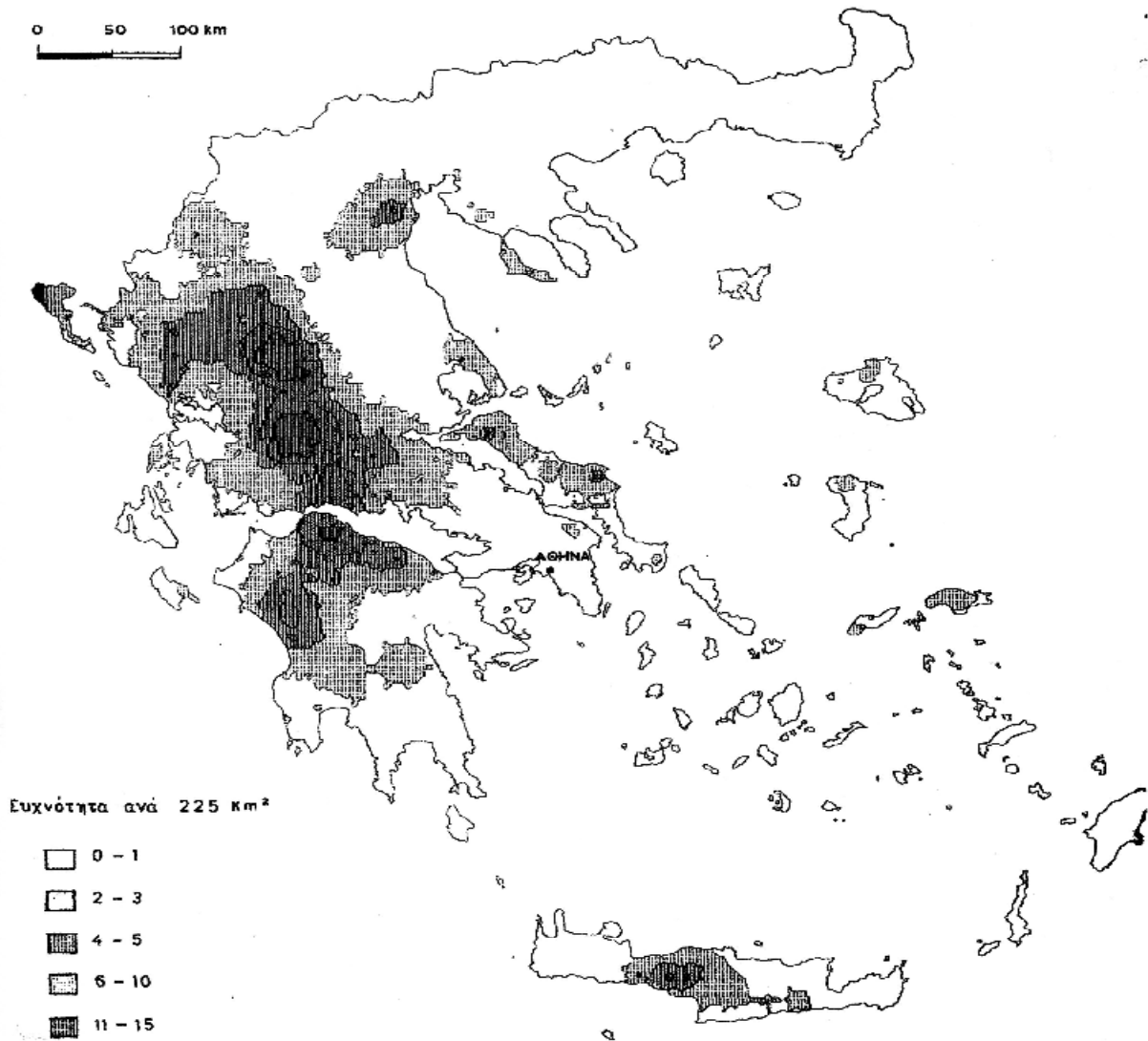
δυναμικές επιφάνειες ολίσθησης. Επιτυγχάνεται με άντληση, κατασκευή στραγγιστικών γεωτρήσεων και πηγαδιών, ηλεκτρική όσμωση, κ.ά.

3. **Διαμόρφωση της επιφάνειας του πρανούς**, συνήθως σε αναβαθμούς. Πρόκειται για ευρέως διαδεδομένο μέτρο, το οποίο όμως πρέπει να συνοδεύεται και από άλλα (π.χ. συλλεκτήριες τάφροι), ενώ η έκταση και γενικά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των αναβαθμίδων ποικίλουν κατά περίπτωση.
4. **Τσιμεντενέσεις – χημικά ενέματα**. Με την εισπίεση τσιμέντου ή άλλων μιγμάτων γίνεται προσπάθεια αύξησης της διατμητικής αντοχής εδαφικών κυρίως μαζών.
5. **Τοίχοι αντιστήριξης**. Άλλο ένα μέτρο που συνήθως εφαρμόζεται κατά μήκος των οδικών αρτηριών. Οι τοίχοι αντιστήριξης κατασκευάζονται από σκυρόδεμα, λιθοδομή ή αποτελούνται από συρματοκιβώτια. Πρέπει οπωσδήποτε να εδράζονται στο υγιές υπόβαθρο και να παρέχουν ικανοποιητική αποστράγγιση.
6. **Εκτόξευση σκυροδέματος (gunite)**. Το μέτρο αυτό λαμβάνεται σε απότομα βραχώδη πρανή και πρέπει να έχει προηγηθεί απολέπιση – φρεζάρισμα της επιφάνειας, ενώ συνοδεύεται και από κατάλληλο δίκτυο αποστραγγιστικών σωλήνων.
7. **Τάφροι, τοίχοι ή φράχτες παγίδευσης**. Κατασκευάζονται κυρίως κατά μήκος συγκοινωνιακών αξόνων με σκοπό την ανάσχεση και παγίδευση μικρών βραχωδών τεμαχών (μικρότερων των 2μ.) που αποσπώνται και πέφτουν από το πρανές.
8. **Σκέπαστρα**. Και αυτά κατασκευάζονται κατά μήκος συγκοινωνιακών αξόνων, στις περιπτώσεις που άλλο μέτρο προστασίας δεν αποδίδει. Είναι αρκετά δαπανηρές κατασκευές.

3.5 ΑΙΤΙΕΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΕ ΣΥΧΝΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ – ΚΑΘΙΖΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΚΙΚΟ ΧΩΡΟ

Ειδικά, λοιπόν, για τον Ελληνικό χώρο, αιτίες που οδηγούν σε συχνή εμφάνιση κατολισθήσεων – καθιζήσεων είναι :

1. Οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις σε πολλά σημεία της χώρας.
2. Η έντονη τεκτονική παραμόρφωση. Το σημείο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και συνδέεται και με την υψηλή σεισμικότητα της χώρας μας. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε ότι ο μεγάλος αριθμός κατολισθήσεων συνδέεται με σεισμικά γεγονότα (π.χ. Κυλλήνη 1988, Μήλος 1992, Πύργος 1993, Γρεβενά 1995, Αθήνα 1999).
3. Τα μικρά μεγέθη των γεωτεχνικών παραμέτρων των γεωλογικών σχηματισμών.
4. Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις, οι οποίες συχνά γίνονται αλόγιστα και χωρίς μελέτη ή προγραμματισμό και οδηγούν στην αποψίλωση των δασών, στην άστοχη διαμόρφωση ή στην αφαίρεση της υποστήριξης των πρανών, στην υπεράντληση των υδροφόρων οριζόντων κ.ά.
5. Οι πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις κατολισθήσεων κατά μήκος του εθνικού οδικού δικτύου είναι αυτής της Ε.Ο. Αθηνών – Λαμίας στη Μαλακάσα και της Ε.Ο. Κορίνθου – Πατρών στη θέση Παναγοπούλα. Και στις δύο περιπτώσεις το οικονομικό κόστος της επέμβασης και αποκατάστασης των συγκοινωνιών υπερέβη κατά πολύ το 1 δις δρχ.



Χάρτης 3. Χάρτης ζωνών συχνότητας κατολισθήσεων στον Ελληνικό χώρο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΟΙ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΧΑΪΑΣ

4.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΧΑΪΑΣ

Οι κατολισθήσεις του νομού ταξινομήθηκαν σε δύο κατηγορίες αναλόγως αν εκδηλώνονται στο πτυχωμένο αλπικό υπόβαθρο ή στα μεταλλικά ιζήματα. Μετορογενετικές ανυψώσεις και ταφρογενετικά φαινόμενα εντείνουν την αποσάθρωση και διάβρωση των πετρωμάτων της περιοχής και δίνουν γένεση σε δύο ορθογώνια συστήματα ρηγμάτων. Παράλληλα σ' αυτά συμβαίνουν στα μεταλλικά ιζήματα περιστροφικές ολισθήσεις και ροές ως επί το πλείστον κατόπιν ισχυρών βροχοπτώσεων. Το πτυχωμένο υπόβαθρο που συνίσταται από εναλλαγές ασβεστολίθων, φλύσχη και ραδιολαριτών υπόκειται σε επαναλήψεις που οφείλονται σε ισοκλινείς πτυχώσεις και λεπιοειδείς δομές. Έτσι προκύπτει μια σειρά πετρωμάτων διαφορετικής υδρολογικής συμπεριφοράς που ευνοεί τις κατολισθήσεις.

Για κάθε κινηματικό τύπο κατολίσθησης προτείνονται συγκεκριμένα έργα κατασκευής και δίνεται ένα συνολικό μοντέλο αντιμετώπισης του προβλήματος.

4.2 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΙΖΗΜΑΤΑ

Το μεγαλύτερο μέρος των κατολισθήσεων του νομού συμβαίνει στα μεταλλικά ιζήματα που συνίστανται στο σύνολό τους από χαλαρά μη συνεκτικά και κατά τόπους ασύνδετα υλικά. Κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες αναλόγως αν εκδηλώνονται στα αδρομερή υπερκείμενα ή τα λεπτομερή υποκείμενα ιζήματα.

4.2.1 Κατολισθήσεις επί αδρομερών ιζημάτων

Στις κατολισθήσεις αυτών των πετρωμάτων, που μελετήθηκαν κυρίως στο δρόμο Διακοπτού – Καλαβρύτων κυριαρχούν οι περιστροφικές ολισθήσεις. Οι περιστροφές συντελούνται σε κατακερματισμένες κατά τεμάχια περιοχές κυρίως από E, Δ και κατά δεύτερο λόγο ΒΔ, ΒΑ – προϋπάρχοντα σχεδόν κατακόρυφα ρήγματα. Οι ρηξιγενείς επιφάνειες έχουν συχνά ένα λιστρικό χαρακτήρα, είναι δηλαδή κυρτές ελαττώνοντας την κλίση τους σταδιακά προς τα κατόντη. Είναι φανερό ότι κάθε φορά διευκολύνονται λόγω βαρύτητας οι περιστροφές σε ρήγματα τα οποία είναι παράλληλα στις κλιείς των κοιλάδων ή των υπό κατασκευή δρόμων. Σπανιότερα όμως συμβαίνουν και σφηνοειδείς κατολισθήσεις.

Συχνά η επιφανειακή εμφάνιση της κινούμενης μάζας είναι μικρή κυμαινόμενη σε μερικές δεκάδες τετραγωνικά μέτρα ενώ σπανιότερα μπορεί να καταλαμβάνει και εκτάσεις μερικών στρεμμάτων. Η κατολισθησιμότητα των περιοχών αυτών επηρεάζεται άμεσα από το πάχος των αδρομερών πάγκων του πετρώματος και από την τεκτονική καταπόνηση. Λεπτότεροι πάγκοι είναι ευκολότερα παραμορφώσιμοι και φέρουν περισσότερα ρήγματα από ότι παχύτεροι. Σε άλλες περιπτώσεις αδρομερείς αποθέσεις λόγω τοπικής αυξήσεως του τεκτονικού stress κατατέμνονται σε στενά τεμάχια.

Σε πολλές κατολισθήσεις βρέθηκαν δίπλα – δίπλα τμήματα που έχουν απλώς και μόνο περιστραφεί κατά μήκος ρηγμάτων και τμήματα που έχουν υποστεί ροή των συστατικών τους. Τα τελευταία αυτά τμήματα είτε αποτελούν ενστρώσεις λεπτομερούς υλικού μέσα στο αδρομερές και ρέουν κατά την έναρξη της κατολίσθησης είτε είναι αδρομερή συστατικά που κατά την εξέλιξη της κατολίσθησης και υπό την επίδραση εξωγενών παραγόντων καυέστησαν ασύνδετα ώστε να υποστούν τα φαινόμενα της ροής. Έτσι σε μερικές περιπτώσεις μόλις και διακρίνονται τα αρχικά στάδια μιας περιστροφικής ολίσθησης ενώ όλη η κατολίσθηση παρουσιάζει στο σύνολό της τα γεωμετρικά στοιχεία της ροής.

Οι στρωματοειδείς κατολισθήσεις είναι πολύ σπάνιες στα αδρομερή ιζημάτα. Εδώ η κίνηση συντελείται παράλληλα σε μέτρια έως ισχυρά κλίνουσες στρώσεις ιζημάτων ενώ πλευρικά η κινούμενη μάζα αποχωρίζεται προοδευτικά από το μητρικό πέτρωμα με τα προϋπάρχοντα ρήγματα. Οι κινήσεις αυτές ευνοούνται από την ομόρροπη κλίση των στρωμάτων και των πρανών.

4.2.2 Κατολισθήσεις επί λεπτομερών ιζημάτων

Λόγω της πλαστικής συμπεριφοράς των πετρωμάτων αυτών κυριαρχούν σ' αυτά κατολισθήσεις του τύπου ροής.

Εξαιρετικά ασταθή απότομα πρανή δομημένα από αυτούς τους σχηματισμούς περιβάλλουν τους συμπαγείς ασβεστολίθους των περιοχών Γκρέκα – Λάκκα – Μάγαιρα. Εδώ με τη συμμετοχή δεκάδων μεγάλων κατολισθήσεων συντελείται μία πρωτοφανής σε έκταση καταστροφή του σημαρινού αναγλύφου. Πετρώματα όγκου δεκάδων και εκατοντάδων χιλιάδων κυβικών μέτρων αποσπάστηκαν από τα μητρικά των πετρώματα και μετακινήθηκαν σε αποστάσεις μήκους μέχρι και 2 km υπό τη μορφή ροών λάσπης. Οι επιμήκεις επιφάνειες θραύσης που συχνά υπερβαίνουν τις εκατοντάδες μέτρα χωρίζουν το αδιατάρακτο πέτρωμα από τις μετακινούμενες μάζες. Κατά μήκος αυτών των ουλών συντελούνται κατακόρυφες κινήσεις του κυρίου σώματος της κατολίσθησης με άλματα που κυμαίνονται από μερικά εκατοστά του μέτρου έως δεκάδες μέτρα. Οι κινήσεις αυτές συνοδεύονται από μικρότερες κατά μήκος δέσμης δευτερευουσών ουλών που βρίσκονται μέσα στο κύριο σώμα της κατολίσθησης. Συχνά οι ρηξιγενείς επιφάνειες απολήγουν στην αρχική επιφάνεια εδάφους με αποτέλεσμα η κίνηση να συντελείται επ' αυτής ώστε να προκύψουν μεταθετικές ολισθήσεις.

Συχνά η γραμμή τομής των ρηξιγενών επιφανειών με τη γήινη επιφάνεια είναι μια καμπύλη με το κοίλο μέρος προς την αφορά της κινήσεως. Μετά από προσεκτική παρατήρηση πολλών κατολισθήσεων όμως, διαπιστώθηκε ότι αυτές

οι γραμμές αποτελούνται από δύο επί μέρους ευθείες που είναι οι τομές με τη γήινη επιφάνεια δύο ρηγμάτων διαφορετικής διεύθυνσεως. Εξ' άλλου η στέψη πολλών κατολισθήσεων είναι κατακερματισμένη από ρήγματα που είναι παράλληλα με τις πρωτεύουσες και δευτερεύουσες ουλές. Από τα στοιχεία αυτά προκύπτει ότι στην αρχή του φαινομένου συνέβησαν παράλληλα σε προϋπάρχοντα ρήγματα περιστροφικές ολισθήσεις από τις οποίες όμως σήμερα συναντούμε μόνο ελάχιστα ίχνη. Στο σύνολό τους όμως οι κατολισθήσεις στα λεπτομερή ιζήματα παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά της ροής.

4.2.3 Κατολισθήσεις στην επαφή αδρομερών και λεπτομερών ιζημάτων

Στην επαφή των Καλαβρίων κροκαλοπαγών με τις υποκείμενες πλειοκανικές αργιλομάργες συμβαίνουν συχνά τοπικές κατολισθήσεις. Οι αργιλομάργες προσροφούν μεγάλες ποσότητες νερού, διογκούνται και επιφέρουν στο υπερκείμενο σύστημα διαστολή. Σαν συνέπεια αποχωρίζονται εκατέρωθεν προϋπαρχόντων ρηγμάτων μεγάλα τεμάχια είτε σχηματίζονται νέα ρήγματα (ατεκτονικά). Πρόκειται δηλαδή για πλευρικές εκτάσεις των οποίων τα διάκενα γεμίζουν είτε με το υποκείμενο πλαστικό υλικό είτε με τα υπερκείμενα αποσαρθώματα. Κατολισθήσεις όμως αυτού του τύπου είναι περιορισμένες σε αριθμό και έκταση.

4.3 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΛΠΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Στην επαφή υποκειμένων αδιαπέρατων (ραδιολαριτών, αργίλων κλπ.) και υπερκειμένων διαπερατών (ασβεστολίθων, ψαμμιτών κλπ.) στρωμάτων συλλέγεται νερό που υποβοηθά τις ολισθήσεις πάνω στις προϋπάρχουσες ασυνέχειες ώστε να σχηματίζονται στρωματοειδείς κατολισθήσεις. Σε άλλες περιπτώσεις άργιλοι προσροφούν νερό, αυξάνεται το βάρος τους και

ολισθαίνουν επί συμπαγών ακόμη σχηματισμών, όπως στην κατολίσθηση που εκδηλώθηκε στο χωριό Γραϊκά.

Συχνά οι ασβεστόλιθοι είναι λεπτοστρωματώδεις και υφίστανται ισχυρότερη ρηξιτογενή παραμόρφωση από ότι γειτονικά παχυστρωματώδη τμήματα. Αυτό έχει σαν συνέπεια την ευκολότερη κυκλοφορία του νερού μέσα στο κατακερματισμένο πέτρωμα και συγχρόνως του επιφέρει μια γενική χαλάρωση ώστε να σχηματίζονται «ολισθήσεις επί ρηγμάτων». Έτσι στο χωριό Παρασκευή έχουμε μία αρχική ολίσθηση επί ρηγμάτων η οποία στη συνέχεια εξελίχτηκε σε ολίσθηση – ροή αποσαθρωμάτων με μετάθεση υλικού σε μήκος πολλών εκατοντάδων μέτρων. Στην εκδήλωση όμως της κατολίσθησης θα πρέπει να έπαιξε σημαντικό ρόλο και η διάβρωση που προκάλεσε ο χείμαρος Μεγανίτης στις κλιτύες της κοιλάδας.

Οι συνηθέστερες κατολισθήσεις του αλπικού υπόβαθρου είναι οι ολισθήσεις – ροές αποσαθρωμάτων. Λόγω της έντονης εναλλαγής του υλικού της ισχυρής τεκτονικής καταπονήσεως και της μετορογενετικής ανύψωσης της περιοχής σχηματίζεται ένα τραχύ ανάγλυφο και συσσωρεύονται μεγάλες ποσότητες αποσαθρωμάτων στους πρόποδες των ορέων στις κλιτύες των κοιλάδων και στα περιθώρια των εσωορεινών λεκανών. Ιδιαίτερα μεγάλες ολισθήσεις αποσαθρωμάτων παρουσιάζονται στο φλύσχη όταν αυτός δομείται από εναλλαγές λεπτών αργιλικών – ψαμμιτικών στρωμάτων των οποίων το πάχος δεν υπερβαίνει τα μερικά εκατοστά.

Σε πολλές περιπτώσεις τα κορρήματα συγκεντρώνονται στην επαφή δύο διαφορετικής ανθεκτικότητας στην αποσάθρωση λιθολογικών ενοτήτων όπως ασβεστόλιθος – φλύσχης (Καστέλι, Σκοτάνη), ασβεστόλιθος – κερατόλιθος (Πάο) και φλύσχης – κερατόλιθος (Βεσίνο). Σ' αυτές τις ροές ριπιδίων ρέουν επιμήκεις και στενές ζώνες από κορρήματα διαστάσεων 200-300x15-20 m και πάχος 2-3 m.

Στους ασβεστόλιθους της Λάκκας ευνοούνται από την ομόρροπη κλίση των ασβεστόλιθων και του πρανούς μεταθετικές ολισθήσεις επί των στρώσεων καθώς και πτώσεις λίθων.

Γενικά προέκυψε ότι κάθε λιθολογική ενότητα χαρακτηρίζεται από κατολισθήσεις με ένα συγκεκριμένο κινηματικό μοντέλο. Βέβαια πρέπει να τονιστεί ότι σύνθετοι κινηματικοί τύποι προκύπτουν είτε κατά την έναρξη είτε κατά την εξελικτική πορεία του φαινομένου.

Συνοπτικά οι κατολισθήσεις των μεταλλικών ιζημάτων του Νομού Αχαΐας είναι ένας επιφανειακός ερπυσμός χαλαρών πετρωμάτων από σύνθετες μετακινήσεις του τύπου περιστροφικών ολισθήσεων και ροών. Προκαλούνται με συνεργασία ενδογενών (ανύψωση – ρήγματα) και εξωγενών (βροχοπτώσεων) παραγόντων.

4.4 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΑΧΑΪΑΣ

Οι κατολισθήσεις του Νομού Αχαΐας προκαλούνται από ένα συνδυασμό ενδογενών και εξωγενών φαινομένων που αρχίζουν πριν μερικά εκατομμύρια χρόνια και συνεχίζονται μέχρι και σήμερα. Ο άνθρωπος έρχεται να τροποποιήσει τους εξωγενείς παράγοντες με την κατασκευή δρόμων, οικισμών και την άτακτη αποβολή των υδάτων που χρησιμοποιεί.

Αντίθετα με άλλα γεωλογικά φαινόμενα (π.χ. σεισμό) που δεν μπορούμε να αποτρέψουμε, στο φαινόμενο των κατολισθήσεων είναι δυνατή η επέμβασή μας, είτε στη σταθεροποίηση των προς κατολίσθηση πρανών, είτε στην εμπόδιση της επεκτατικής εξέλιξης των υπαρχόντων κατολισθήσεων.

Τα πλέον κατάλληλα μέτρα προστασίας για τις κατολισθήσεις του νομού κρίνονται τα αποστραγγιστικά δίκτυα, τα στοιχεία αντιστηρίξεως, οι αφαιρέσεις υλικού και οι αναβαθμίδες. Αναλόγως του κάθε φορά παρουσιαζόμενου κινηματικού τύπου της κατολίσθησης πρέπει να χρησιμοποιούνται και ανάλογα

προστατευτικά έργα. Στις περιστροφικές ολισθήσεις των αδρομερών ιζημάτων συνίσταται η απομάκρυνση των τεμαχών που κινήθηκαν ή μπορεί να κινηθούν. Οι κατολισθήσεις ροών στα λεπτομερή ιζήματα αντιμετωπίζονται κυρίως με την κατασκευή αποστραγγιστικού δικτύου αλλά και τοιχείων αντιστήριξης στον πόδα της κατολίσθησης. Επίσης, στις ροές αποσαθρωμάτων του αλπικού υποβάθρου χρησιμοποιούνται τοιχεία αντιστήριξης αλλά και δένδροφυτεύσεις. Για την ελάττωση της διαβρωτικής και αποσαθρωτικής ικανότητας του ρέοντος ύδατος κατασκευάζονται, ανεξαρτάτως γεωλογικού υποβάθρου, αναβαθμίδες στους πυθμένες των κοιλάδων.

Αναλυτικότερα τα προστατευτικά μέτρα που συχνά συνδυάζονται μεταξύ τους είναι τα εξής :

4.4.1 Στραγγιστικά έργα

Κυρίως κατασκευάζονται έργα επιφανειακής στραγγίσεως που περιλαμβάνουν :

1. διαμόρφωση της επιφάνειας της ασταθούς περιοχής για τον έλεγχο της επιφανειακής απορροής
2. στεγανοποίηση της στέψης του πρανούς με τσιμέντο, σκυρόδεμα, ασφαλτο ή άργιλο προκειμένου να σφραγισθούν οι ρωγμές ή ζώνες αυξημένης διαπερατότητας
3. κατασκευή επενδυμένων ή μη στραγγιστικών τάφρων, φρεάτων, οχετών ομβρίων, αυλάκων και αγωγών παροχέτευσης υδάτων εκτός ασταθούς ζώνης περιφερειακά και πάνω από την κεφαλή
4. εμπόδιση και αποτροπή υδρορευμάτων από πηγές ή υδροσυρμές στην ασταθή ζώνη
5. ελαχιστοποίηση της καταστροφής της φυτοκάλυψης και ανάπτυξη νέας

Κατά τη σχεδίαση της επιφανειακής στράγγισης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το φυσικό υδρογραφικό δίκτυο και να αξιολογείται η ροή νερού εγκάρσια προς την τομή και η επιφανειακή διήθησή του.

Υπόγεια στραγγιστικά έργα (πηγάδια, γεωτρήσεις, στραγγιστικές σήραγγες και τάφροι) χρησιμοποιούνται σπάνια όμως π.χ. στην κατολίσθηση της Παναγοπούλας επί της εθνικής οδού, λόγω μεγάλου κόστους. Τα στραγγιστικά έργα κατασκευάζονται κυρίως για την αντιμετώπιση των ροών.

4.4.2 Συστήματα υποστήριξης και ενίσχυσης

- Τοίχοι αντιστήριξης, συγκράτησης και πασσαλοδιαφράγματα προσφέρουν παθητική αντίσταση στα φορτία που ασκούνται από τα ασταθή εδαφικά υλικά του πρανούς στο στάδιο θραύσης και της ελαστικής αποφόρτισης. Υποβαστάζουν μέρος του βάρους των πρανών εισάγοντας συνθήκες ευστάθειας και προφυλάσσουν από τις πτώσεις βράχων. Είναι ιδιαίτερα συνήθης η κατασκευή τους για την προστασία δρόμων και πρανών με σημαντική πλευρική διάβρωση από υδρορεύματα. Κατασκευάζονται στον πόδα των κατολισθήσεων κυρίως των ροών αλλά και των περιστροφικών ολισθήσεων. Πάντοτε πρέπει το τοιχείο να θεμελιώνεται επί του υγιούς υποβάθρου.

- Αγκύρωση, ήλωση, κοχλίωση όπου προσδέεται η βραχώδης μάζα για τη διατήρηση της ευστάθειάς της. Απλή πρόσδεση αποτελεί παθητική προστασία ενώ η προένταση ενεργητική γιατί αυξάνονται οι ορθές θλιπτικές τάσεις πάνω στην επιφάνεια θραύσης με αύξηση της τριβής και ελαχιστοποίηση των πιθανών εφελκυστικών ρωγμών.

- Αγκυρωμένα καλωδωτά πλέγματα χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση μικρών μαζών χαλαρών πετρωμάτων ενώ δοκοί με καλωδιωτούς τοίχους για κάπως μεγαλύτερες μάζες.

- Δίκτυα και φράχτες παγίδευσης χρησιμοποιούνται για την απορρόφηση της ενέργειας εκτοξευμένων βράχων όγκου 0,5-0,8 m³ που αναπηδούν.

Τα παραπάνω έργα κατασκευάζονται για περιστροφικές ολισθήσεις που εκδηλώνονται στα αδρομερή ιζήματα.

- Η φυτοκάλυψη, στο βαθμό που αυτή εμποδίζει τη γρήγορη επιφανειακή ροή των υδάτων (και συνεπώς τη διακομιστική τους ικανότητα) και που με το ριζικό της σύστημα σταθεροποιεί το έδαφος.

Η προστατευτική επίδραση του δάσους αναφέρεται μόνο στις επιφανειακές κατολισθήσεις οι οποίες συναντούνται συχνά στην περιοχή. Το πυκνό πλέγμα του ριζικού συστήματος των δασοσυστάδων διασωληνώνει το έδαφος, λειτουργεί σαν φυσικός οπλισμός και αυξάνει την αντοχή του. Είναι παραδεκτό ότι το δάσος αποτρέπει τις κατολισθήσεις εκείνες που το βάθος τους φθάνει μέχρι τα 2/3 του βάθους του ριζικού συστήματος των δασικών δένδρων (το μέγιστο βάθος της ρίζας σπάνια ξεπερνά τα 4 m). Για τις βαθύτερες κατολισθήσεις η επίδραση του δάσους αμφισβητείται. Έτσι σε περιπτώσεις που το πάχος της κινούμενης μάζας υπερβαίνει τα 3m το δάσος από μόνο του δεν εμποδίζει την κατολίσθηση. Αφού όμως αντιμετωπίσουμε το πρόβλημα με άλλες λύσεις η δασοκάλυψη με υδρογεωνομικά κατάλληλα είδη θα βοηθήσει στη μείωση της διάβρωσης και θα προσφέρει γενικότερα οφέλη στο οικολογικό περιβάλλον. Πρέπει να σημειωθεί επίσης ότι στις απόκρημνες πλευρές της κατολίσθησης όπως και στη στέψη της το βάρος των δέντρων πολλές φορές μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις.

Προτεινόμενα είδη που παρατηρήθηκαν και στην αυτοφυή βλάστηση της περιοχής.

1. Δασώσεις και αναδασώσεις

Pinus halepense (πεύκα). *Abies cephalonica* (έλατο), *Acer campestre* (σφαίνδαμος) κλπ.

2. Θαμνώσεις και αναθαμνώσεις

Quercus sp. (πουρνάρι). *Spartium jungeum* (σπάρτο). *Buxus sempervirens* (πιζάρι) κλπ. Άριστη προστατευτική σημασία παρουσιάζουν οι πρινώτες (ισχυρότατο ριζικό σύστημα, αντέχει σχετικά στις πληγώσεις, παραβλαστάνει και αντέχει στη βοσκή).

3. Χλοάσεις και αναχλοάσεις με ποώδη φυτά

Tufohium so., (τριφύλλι), *Medicago sativa* (μηδική), *Glycyrrhiza glabra* (γλυκόριζα), *Lolium multiflorum* (λόλιο).

4.4.3 Αναβαθμοί

Οι αναβαθμίδες κατασκευάζονται στον πυθμένα των χειμάρων συνήθως οριζόντιες έως ελαφρά κλίνουσες ώστε να ελαττωθεί η ταχύτητα του νερού και η λόγω αυτής σημαντική διάβρωση. Συχνά πρέπει αυτοί να συνοδεύονται από λεκάνες ηρεμίας καθώς και κατασκευές από ζαραζανέτι στις όχθες των χειμάρων.

4.5 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΟΔΩΝ

Τα έργα οδοποιΐας δημιουργούν στο νομό σοβαρές αποσταθεροποιήσεις μαζών. Κατά την διάνοιξη των δρόμων συχνά υποσκάπτεται, με την αφαίρεση υλικού ο πόδας των πρανών με συνέπεια την μείωση των δυνάμεων ευστάθειας. Επίσης κατά τη δημιουργία οδοστρώματος σε επίχωμα αυξάνεται η κλίση των ανάντι και κατάντι του δρόμου πρανών με αποτέλεσμα αυτά να ενεργοποιούνται.

Η χάραξη των δρόμων σχηματίζει συχνά δευτερεύοντες υδροκίτες με συνέπεια την μεταβολή των συνθηκών της υδρολογικής λεκάνης της περιοχής. Προκαλούνται αποφράξεις υδρορευμάτων, συλλογή των ανάντι υδάτων απορροής επί του οδοστρώματος, μεταβολή των υδρορευμάτων κατάντι και δημιουργία συνθηκών έντονης διάβρωσης και διήθησης στο σημείο αλλαγής κλίσης πρανούς – οδοστρώματος.

Έργα προστασίας που πρέπει να γίνονται είναι εξασφάλιση καλής στράγγισης του επιχώματος του δρόμου, κατασκευή κατά μήκος του δρόμου συλλεκτήρας τάφρου των υδάτων απορροής και παροχέτευση αυτών ως και των ανάντι υδρορευμάτων σε σημεία κατασκευής καλά εξασφαλισμένων οχετών απαγωγής υδάτων ή γεφυρών.

Ειδικότερα στην Ανατολική Αχαΐα και στον επαρχιακό δρόμο «Διακοφτό – Καλάβρυτα» όπου η περιοχή ως επί το πλείστον δομείται από αδρομερή υλικά έχουμε διερεύνηση των ρηγματώσεων και χαλάρωση των πετρωμάτων, πτώση λίθων, περιστροφική κατολίσθηση και σε ορισμένες περιπτώσεις εξέλιξη σε ροές. Τα έργα που έχουν κατασκευαστεί παρέχουν γενικά καλή προστασία, παρατηρήθηκαν όμως τοίχοι αντιστήριξης, με ανεπαρκή ύψη σε αρκετές περιπτώσεις όγκοι πετρωμάτων ετοιμόρροποι και οχετοί απαγωγής υδάτων με κακή εξασφάλιση που έχουν σαν συνέπεια επικίνδυνες πλευρικές διαβρώσεις.

Στο δρόμο Αίγιο – Δάφνες – Παρασκευή η περιοχή δομείται εναλλάξ από λεπτομερή και αδρομερέστερα ιζήματα και παρουσιάζει κύρια ροές υλικού και σε μερικές περιπτώσεις περιστροφές. Η ανύπαρκτη ή κατά τόπους ανεπαρκής εξασφάλιση υδάτων σε όλο το μήκος του δρόμου δημιουργεί σοβαρές καταστάσεις. Υπάρχουν τοίχοι αντιστήριξης που δεν αναπτύσσονται σε όλο το πλάτος της αποσταθεροποιημένης μάζας με συνέπεια πλευρικές κατολισθήσεις. Μικροί στο ύψος τοίχοι θάβονται από το ρέον υλικό. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση πριν το χωριό Παρασκευή που έχουμε ανατροπή του τοίχου αντιστήριξης.

Βορειοανατολικά της πόλης των Πατρών και στο δρόμο προς Πιτίτσα η περιοχή δομείται από λεπτοστρωματώδεις εναλλαγές ψαμμιτών και αργίλων του φλύσχη. Παρουσιάζονται κύρια ροές αποσαθρωμάτων σε αρκετά δε σημεία καθίσεις στο οδόστρωμα και διαφορική καθίζηση λόγω κακής εξασφάλισης αγωγού παροχέτευσης.

4.6 ΟΙΚΟΝΟΜΟΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΑΧΑΪΑΣ

Το φαινόμενο των κατολισθήσεων στο νομό Αχαΐας είναι πρόβλημα ενδημικό και υπογορεύεται όπως εκτέθηκε από τις γενικότερες τεκτονικές και υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής.

Η κίνηση, μεταφορά και ροή μεγάλων όγκων κατά τις κατολισθήσεις επιφέρει μεταβολές στο εν γένει ανάγλυφο της περιοχής, καταστροφή της δασοκάλυψης και φυτοκαλλιεργειών, καταστροφές και αλλοιώσεις στο δομημένο περιβάλλον και επίσης καθιστά προβληματική τη λειτουργία και διάσωση τεχνικών έργων. Όλες αυτές οι καταστροφές έχουν βαρείες οικονομικές συνέπειες. Επίσης οικονομικές επιβαρύνσεις προκύπτουν από την αναγκαιότητα κατασκευής πρόσθετων έργων προστασίας.

Λόγω της τακτικής που συνήθως ακολουθείται με τη μεταφορά των κατολισθαινόντων οικισμών έχουμε το φαινόμενο της εσωτερικής μετανάστευσης με συνέπεια έξοδα νέα στέγης και εγκατάστασης, αύξηση των αποστάσεων από τους τόπους δουλειάς με τελική εγκατάλειψη των περιουσιών και αναπροσανατολισμό σε ένα επαγγέλματα, μείωση της παραγωγικότητας και μεταβολή της προσφοράς και ζήτηση εργασίας τόσο στην αποικισθείσα όσο και την εποικισθείσα περιοχή.

Οι νέοι τρόποι ζωής και διαβίωσης καθώς και η μεταβολή των οικονομικών συνθηκών περιθωριοποιούν σε κάποιο βαθμό τους μετοίκους μέσα από ευρύτερο νέο κοινωνικό περιβάλλον της περιοχής. Οι νέοι τρόποι έκφρασης και διεξόδου, η νέα κοινωνική δομή και σύνθεση και το νέο ιδεολογικό πλαίσιο στο οποίο κινούνται και εκφράζονται, δημιουργούν ένα κενό απόκρισης στα αντίστοιχα βιώματα από τα οποία εμφορούνται οι μέτοικοι και κάποια σύγχυση στην κοινωνική προσαρμογή τους. Και ακόμη παραμένει κάποια ενδόμυχη πικρία του ξεριζωμένου.

Όπως προκύπτει από την ανάλυση του προβλήματος η κατολισθησιμότητα πολλών περιοχών του νομού έχει φθάσει σήμερα σε ένα αρκετά κρίσιμο σημείο.

Διαπιστώθηκε ότι ένα πλήθος κατολισθήσεων εκδηλώθηκε μετά από τις ισχυρές χειμερινές βροχοπτώσεις του 1981. Τι θα συμβεί, λοιπόν, αν στο μέλλον επακολουθήσουν ισχυρότερες βροχοπτώσεις ; Τα βασικά μειονεκτήματα στη μέχρι σήμερα αντικατολισθητική πολιτική είναι :

- 1) η ελλιπής χρηματοδότηση των έργων που εκτελούνται
- 2) η περιστασιακή και εκ των υστέρων αντιμετώπιση του προβλήματος και
- 3) η άγνοια των κατοίκων γύρω από τους μηχανισμούς του φαινομένου ώστε να μη συμβάλλουν στην αντιμετώπισή του με προσωπική εργασία

Για το πρώτο τονίζεται η αναγκαιότητα της μεγαλύτερης χρηματοδότησης για να κατασκευαστούν περισσότερα και καλύτερα έργα. Για το δεύτερο προτείνεται η ίδρυση ενός γραφείου στην Τεχνική Υπηρεσία της νομαρχίας που θα είναι επανδρωμένο με γεωλόγους και μηχανικούς. Αυτό θα επιφορτιστεί με τις εξής εργασίες :

1. Εκπόνηση γεωλογικής μελέτης που θα περιλαμβάνει γεωλογική χαρτογράφηση μικρής κλίμακος 1:5.000 με σκοπό τη μελέτη της λιθολογίας και δομής της περιοχής. Χαρτογράφηση και κωδικοποίηση όλων των κατολισθήσεων του νομού. Γεωμορφολογική και υδροδυναμική μελέτη για την ποσοτική και ποιοτική έκφραση της διακομιστικής ικανότητας των χειμάρων.
2. Εκπόνηση υδρογεωλογικής μελέτης που θα περιλαμβάνει αποτύπωση και διερεύνηση των λεκανών απορροής, μετρήσεις παροχών των πηγών και υδρορευμάτων, προσδιορισμό της κατανομής του ποσοστού διηθήσεως στα

διάφορα πετρώματα του νομού και αποτύπωση της θέσης των υδροφόρων οριζόντων στα μεταλλικά ιζήματα.

3. Συνεχής παρακολούθηση της εξέλιξης των φαινομένων κατολισθήσης με όργανα και μετρήσεις.
4. Εξαγωγή εδαφοτεχνικών δεδομένων για τη σχεδίαση και μελέτη των προστατευτικών έργων (π.χ. με την εκτέλεση ερευνητικών γεωτρήσεων για τον προσδιορισμό της στρωματογραφίας και των εδαφολογικών χαρακτηριστικών), εκπόνηση τεχνικοοικονομικών μελετών ως και την παρακολούθηση και επίβλεψη στην εκτέλεση των έργων. Η ακρίβεια προσδιορισμού των εδαφικών και λοιπών χαρακτηριστικών επιτρέπει τη μείωση του απαιτούμενου συντελεστή ασφάλειας των έργων έναντι των κατ' εκτίμηση σήμερα εκτελούμενων με τελική οικονομία στην κατασκευή τους.

Επιπλέον το προτεινόμενο γραφείο της Τεχνικής Υπηρεσίας θα πρέπει να αναλάβει την οργάνωση ομιλιών και σεμιναρίων για τις κατολισθαίνουσες περιοχές καθώς και τη συγγραφή ενημερωτικών εντύπων για το μηχανισμό εξέλιξη και αντιμετώπιση των κατολισθήσεων. Με γνωστούς τους παράγοντες που προκαλούν τις κατολισθήσεις οι κάτοικοι των περιοχών αυτών ή θα αποτρέπουν μόνοι τους μέλλουσες κατολισθήσεις ή θα ενημερώνουν έγκαιρα τη Τεχνική Υπηρεσία του νομού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΡΓΩΝ ΟΔΟΠΟΙΪΑΣ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΑΧΑΪΑΣ

5.1 ΟΔΟΣ ΠΑΤΡΩΝ - ΚΑΛΑΒΡΥΤΩΝ

Οι κατολισθήσεις στο τμήμα αυτό έχουν εκδηλωθεί στα ιζήματα του φλύσχη της Ωλονού – Πίνδου, που επικάθηνται σε λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους, εναλλασσόμενους με σχιστοκερατόλιθους. Κυρίως οι κινήσεις εκδηλώθηκαν στα επιχώματα της οδού, αποτελούμενα από υλικά φλύσχη, αργιλικής κατά μεγάλο ποσοστό συστάσεως.

Η σταθεροποίηση των κατολισθαινουσών μαζών συνίσταται στην αποστράγγιση του νερού που εμποτίζει αυτές στην περίοδο των βροχών.

5.2 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟ ΚΟΡΙΝΘΟΥ – ΠΑΤΡΩΝ

α. Η κατολίσθηση Παναγοπούλας – Ψαθόπυργου (193 χλμ.).

Σοβαρά κατολισθητικά φαινόμενα, με την μετακίνηση μεγάλων μαζών, εκδηλώθηκαν τον Απρίλιο 1971 στη θέση Παναγοπούλα της Εθνικής οδού Κορίνθου – Πατρών (193 χλμ.) επί αντερείσματος με γενική κλίση κατά τον άξονα της κατολισθήσεως 22° περίπου, που είχαν σαν αποτέλεσμα τον αποκλεισμό της οδού (5, 10, 61). Η κατολίσθηση αυτή συνοδεύτηκε από δεύτερη κίνηση που εκδηλώθηκε σε λίγες ημέρες και περιέλαβε τις χαλαρές μάζες από τον δρόμο μέχρι της ακτής.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί διακρίνονται σε σχηματισμούς του υποβάθρου (ιζήματα της ζώνης Ωλονού – Πίνδου) και χαλαρές τεταρτογενείς αποθέσεις.

Οι σχηματισμοί του υποβάθρου στους βαθύτερους ορίζοντες συνίστανται από μεσοστρωματώδεις ασβεστόλιθους χωρίς παρεμβολές σχιστολίθου. Υπερκείμενοι αυτών είναι λιθολογική σειρά που μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελεί τη μεταβατική ζώνη προς τον φλύσχη, ο οποίος όμως δεν εμφανίζεται στην ερευνηθείσα περιοχή. Η σειρά αυτή αποτελείται από εναλλασσόμενα στρώματα λεπτών πλακών ασβεστολίθων, μαργών, ψαμμιτών και ραδιολαριτών. Οι μάργες και το πηλιτικό υλικό των ραδιολαριτών συμμετέχουν με ποσοστό 60 – 70% περίπου στο συνολικό πάχος της σειράς αυτής. Ο τεκτονισμός της περιοχής είναι εντονότατος. Επομένως το πρηνές παρουσιάζει μια εμφανή ανοσοτροπία στη λιθολογική σύσταση και γεωτεχνικούς χαρακτήρες.

Οι τεταρτογενείς αποθέσεις περιλαμβάνουν κορήματα, από αργιλομαργαϊκά υλικά και θραύσματα των υποκειμένων σχηματισμών και φυτικό έδαφος. Είναι ποικίλου πάχους, κατά θέσεις δε και στην περιοχή της ακτής μέχρι 10μ.

Οι κατολισθητικές κινήσεις εκδηλώθηκαν στις τεταρτογενείς αποθέσεις και τη μεταβατική σειρά.

Το ερευνητικό πρόγραμμα, στα πλαίσια της λεπτομερούς γεωλογικής – γεωτεχνικής μελέτης, περιέλαβε : παρακολούθηση των ρωγμών, γεωλογική χαρτογράφηση 1:1000, δειγματοληπτικές και πιεζομετρικές γεωτρήσεις, μετρήσεις πίεσεως πόρων, μετρήσεις εντός των γεωτρήσεων για τυχόν μετακινήσεις, πρεσσιομετρικές δοκιμές εντός των γεωτρήσεων, επί τόπου δοκιμές διατμήσεως, γεωδιατικές μετρήσεις, εργαστηριακές δοκιμές, ιχνηθετήσεις κλπ.

Από τις έρευνες αυτές απεδείχθη η πολύπλοκη δοκιμή και ισχυρή ανισοτροπία που επικρατεί στη λιθολογική σύσταση και την υδρευολογική συμπεριφορά των σχηματισμών, που γίνεται πλέον έντονη από την πολυσχιδή και έντονη τεκτονική των ρηγμάτων και πτυχώσεων.

Τα αίτια των κατολισθήσεων οφείλονται στη συνεπίδραση ορισμένων παραγόντων συνδεδεμένων με τη φύση και δομή των σχηματισμών (χαμηλή μηχανική αντοχή, πιθανή απότομη αύξηση της πίεσεως πόρων, χαλάρωση των σχηματισμών, δυσμενή επίπεδα ασυνεχείας, παραμένουσες τάσεις στα στρώματα λόγω τεκτονικών αιτίων). Οι παράγοντες αυτοί καθώς και τοπικά και τυχαία αίτια είναι υπεύθυνοι για την εκδήλωση των κατολισθητικών φαινομένων. Η έντονη τεκτονική δραστηριότητα δημιούργησε τοπικές συνθήκες που επιτρέπουν τη δημιουργία κατολισθήσεων. Άλλοι ερευνητές θεωρούν ότι μορφολογικές, στρωματογραφικές, τεκτονικές καθώς και υδρογεωλογικές συνθήκες δεν δικαιολογούν τέτοιας εκτάσεως φαινόμενα αλλά σαν πιθανότερο αίτιο θεωρείται παροδική και ίσως τυχαία έντονη επίδραση του νερού.

Τελευταία έγινε σύντομη επίσκεψη της περιοχής της κατολισθήσεως από τον γράφοντα και διαπιστώθηκαν τα εξής :

Στο πρηνές ανάντη του δρόμου έχουν πρόσφατα σημειωθεί κατά θέσεις μικρής εκτάσεως και αβαθείς θραύσεις και αποκολλήσεις στους πολυπτυχωμένους ασβεστολίθους, που βασικά οφείλονται στη διαβρωτική δράση και κορεσμό των σχηματισμών από τα κατεισδύοντα νερά.

Στο τμήμα από του ύψους της δημόσιας οδού και κατάντη και ειδικότερα στο κατάστρωμα της οδού παρατηρείται ρωγμή μικρού εύρους, στο εξωτερικό δε ρείθρο της οδού ρωγμή με μικρή προς το παρόν οριζόντια και κατακόρυφη μετακίνηση. Οι κινήσεις αυτές αντικατοπτρίζονται με το «τίναγμα» (θραύση) του κατάντη τοίχου αντιστηρίξεως της οδού, που ομολογουμένως πρόκειται για ισχυρότατη, οπλισμένη κατασκευή. Τα αίτια και η έκταση των κινήσεων αυτών που εντοπίζονται στο χώρο της δεύτερης κατολισθήσεως (τεταρτογενή χαλαρά υλικά) δεν είναι εύκολο να εξακριβωθούν. Θα πρέπει όμως, πριν είναι αργά, να διαπιστωθεί εάν οι κινήσεις είναι τοπικής σημασίας και οφείλονται στην πλημμυλή

θεμελίωση του τοίχου αντιστηρίξεως ή υποδηλώνουν γενικότερη ενεργοποίηση των χαλαρών σχηματισμών, κυρίως λόγω μη ευχερούς αποστραγγίσεως των νερών.

β. 163° χλμ. της οδού.

γ. Ανάντη πρανές στο 157.5 χλμ. της οδού.

δ. 154° χλμ. της οδού.

ε. 164 χλμ. της οδού.

Από τα ανωτέρω συμπεραίνεται ότι η Εθνική οδός Κορίνθου – Πατρών παρουσιάζει σε σημαντικό μήκος της γεωτεχνικά προβλήματα, η έγκαιρη και σωστή αντιμετώπιση των οποίων θα αποτρέψει την εκδήλωση σοβαρών κατολισθητικών φαινομένων.

5.3 ΟΔΟΣ ΠΑΤΡΩΝ – ΧΩΡΙΟΥ ΚΑΤΑΡΡΑΚΤΗΣ

Κοντά στο χωριό Καταρράκτης ο δρόμος έχει θεμελιωθεί στους σχιστοκερατολίθους. Οι σχηματισμοί αυτοί, σε συνδυασμό με το έντονο ανάγλυφο, υπόκεινται σε κατολισθήσεις. Τα γενικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται κατά τη διάνοιξη δρόμων σ' αυτούς είναι :

1. Η αποφυγή δημιουργίας υψηλών ορυγμάτων και μεγάλων επιχωματώσεων,
2. Οι επιχωματώσεις, τοίχοι αντιστηρίξεως κλπ. να θεμελιώνονται καλά στο υγιές υπόβαθρο και όχι στον μανδύα αποσαθρώσεως αυτών,
3. Τα διάφορα τεχνικά θα πρέπει να συνδυάζονται με σύστημα αποστραγγίσεως,
4. Η κατασκευή ορυγμάτων ανασχέσεως στα ρέματα που διασταυρώνει ο δρόμος είναι αναγκαία για να εμποδίζεται η διάβρωση.

5.4 Η ΜΙΚΡΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΗ ΤΗΣ ΠΑΤΡΑΣ

5.4.1 Θέση έργου

Το υπό μελέτη έργο αφορά την κατασκευή της Μικρής Περιμετρικής Πάτρας στα Νότια της πόλης συνολικού μήκους 2500 m. Η περιοχή που κατασκευάζεται το έργο υπάγεται διοικητικά στον Νομό Αχαΐας.

5.4.2. Τμήματα του έργου με δυνατότητα αστοχίας

Το τμήμα της χάραξης της Μικρής Περιμετρικής Οδού Πατρών διέρχεται από λοφώδη περιοχή με συνεχή διάνοιξη ορυγμάτων με κρίσιμο ύψος αυτό του δεξιού πρानούς. Τα γεωλογικά και γεωτεχνικά στοιχεία που υπάρχουν αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί:

A/A	ΟΡΥΓΜΑ	ΓΕΩΤΡΗΣΗ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΑΝΟΥΣ
	ΥΨΟΣ	ΘΕΣΗ	
1	0+250 0+500	Γ1, Γ2 39,00	ΔΕΞΙΟ ΠΡΑΝΕΣ
2	0+550 0+700	Γ3 29,00	ΔΕΞΙΟ ΠΡΑΝΕΣ

Πίνακας Στοιχεία πρानών που κατασκευάστηκαν και οι γεωτρήσεις που τους αντιστοιχούν

Στις εικόνες που ακολουθούν αποτυπώνονται τα κρίσιμα πρानή της περιοχής καθώς επίσης και οι τεχνικογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτά



Εικόνα. Δεξί πρανές ύψους 45 m. Διακρίνονται οι τρεις από τους τεσσέρις αναβαθμούς που κατασκευάστηκαν. Χ.Θ. 0+250 0+500. Μ.Π.Π.

Στο πρανές της εικόνας 4.2.1. παρατηρούνται εναλλαγές λεπτόκοκκων στρωμάτων πάχους 0.5 έως 2 m, με κοκκομετρία που κυμαίνεται μεταξύ μεγέθους ιλύος έως αργίλου, γκριζού και καστανού χρώματος με μέση διεύθυνση $213^{\circ}/32^{\circ}$ που στρωματογραφικά ανήκουν στις ανώτερες μάργες του Νεογενούς. Οι σχηματισμοί αυτοί δεν επιτρέπουν τη διέλευση του νερού και δεν αναπτύσσεται υδροφορία.

Οι εσωτερικές εναλλαγές του σχηματισμού δε δημιουργούν ιδιαίτερο πρόβλημα διότι λιθολογικά οι φάσεις είναι ίδιες, αλλά και διότι οι σχηματισμοί είναι αρκετά συνεκτικοί. Οι αποσαθρωτικές διεργασίες έχουν επηρεάσει μόνο ένα εξωτερικό στρώμα λίγων εκατοστών, με τη δημιουργία αυλακώσεων.

Η ευστάθεια του σχηματισμού σε ορύγματα βρίσκεται σε συνάρτηση με τον προσανατολισμό του πρανούς σχετικά με τη στρώση. Η κλίση του πρανούς είναι $12^{\circ}/54^{\circ}$.

Στο συγκεκριμένο πρανές η στρώση είναι αντίρροπη με αυτό. Αυτό λειτουργεί στην ευστάθεια του πρανούς. Το πρανές είναι κατασκευασμένο σε τέσσερις αναβαθμούς ώστε να επιτευχθεί κλίση 1:1. Αυτό λειτουργεί θετικά στην ευστάθεια του, σε συνάρτηση με τα επιπρόσθετα μέτρα ασφάλειας. Το κύριο όμως στοιχείο που συμβάλλει στην ευστάθεια είναι οι εναλλαγές στη διαστρωμάτωση που παρατηρούνται. Είναι ευδιάκριτες οι εναλλαγές γκρι πιο λεπτόκοκκων και καστανόχρωμων στρωμάτων που αποτελούν τη μετάβαση των Αν. στους Κατωτ. Μαργαϊκούς ορίζοντες.



Εικόνα Δεξί πρανές ύψους 45 m. Διακρίνονται τα έργα αντιμετώπισης πιθανών αστοχιών. Χ.Θ. 0+250 0+500. Μ.Π.Π.

Οι μορφές ολίσθησης που μπορούν να εκδηλωθούν είναι:

1. Ολισθήσεις ιδιαίτερα στο επιφανειακό τμήμα κυκλικής μορφής, λόγω του κατακερματισμού και της αποσάθρωσης του πετρώματος, η οποία μπορεί να συμβεί είτε στην κλίμακα του μεμονωμένου αναβαθμού είτε στην κλίμακα του συνολικού εύρους του πρανούς.
2. Πτώση κορημάτων λόγω των αποσαθρωτικών διαδικασιών τις οποίες έχει υποστεί ιδιαίτερα ο ανώτερος μαργαϊκός ορίζοντας.

Τα ήδη υπάρχοντα μέτρα αντιμετώπισης πιθανής εκδήλωσης αστοχίας, όπως διακρίνονται και στην εικόνα 4.2.1. περιλαμβάνουν:

1. Την κατασκευή 4 αναβαθμών που ομαλοποιούν την κλίση του πρανούς.
2. Την κατασκευή αποστραγγιστικών τάφρων παράλληλα με τη διεύθυνση των αναβαθμών για τη συλλογή των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και των επιφανειακών απορροών.
3. Την κατασκευή κατακόρυφων αποστραγγιστικών τάφρων για τη συλλογή και την απαγωγή των απορροών των οριζόντιων τάφρων από τους αναβαθμούς στο αποχετευτικό δίκτυο, μέσω συλλεκτήριων υπόγειων τάφρων.
4. Την κάλυψη με ποώδη φυτά οπότε επιτυγχάνεται, τόσο συγκράτηση τυχόν αποσαθρωμένων τεμαχών, όσο και απορρόφηση των απορροών.
5. Την κάλυψη του πρανούς με γεώφασμα που επιτρέπει την κυκλοφορία των απορροών ενώ παράλληλα συγκρατεί το πρανές.
6. Την κατασκευή τοίχου αναχαίτησης ύψους περίπου 1m.
7. Την κάλυψη του πρανούς με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα για την αποφυγή της επιφανειακής αποσάθρωσης. Το μέτρο αυτό κρίνεται ως λανθασμένο διότι το σκυρόδεμα δεν μπορεί να συγκρατήσει τους λεπτόκοκκους σχηματισμούς.



Εικόνα . Διακρίνεται σύστημα κατακόρυφης αποστραγγιστικής τάφρου, καθώς επίσης η πώδης φυτοκάλυψη.Μ.Π.Π. Χ.Θ. 0+250 0+500. Αριστερό πρηνές. Μ.Π.Π.



Εικόνα Σύστημα κατακόρυφης αποστραγγιστικής τάφρου για τη συλλογή και την απαγωγή των απορροών των οριζόντιων τάφρων από τους αναβαθμούς στο αποχετευτικό δίκτυο.

Για την καλύτερη πρόληψη και αντιμετώπιση εκδήλωσης τυχόν αστοχιών προτείνονται τα παρακάτω επιπρόσθετα μέτρα:

1. Την κατασκευή αποστραγγιστικής τάφρου στη στέψη του πρανούς.
2. Τη θεμελίωση τυχόν επιχωμάτων στις υγιείς μάργες.
3. Τη συνεχή απομάκρυνση τυχόν αποσαθρωμένων τεμαχίων.
4. Τέλος την εξομάλυνση της κλίσης των πρανών που πρόκειται να κατασκευαστούν, ώστε να μην εμφανιστούν κρίσιμες συνθήκες.



Εικόνα Πρανές 0+550 - 0+700. φακοειδείς ενστρώσεις κροκαλοπαγών πάχους έως 1,5m στον ανώτερο μαργαϊκό ορίζοντα. Μήκος φωτογραφίας 15m.

Στο πρανές της εικόνας διακρίνεται ο ανώτερος μαργαϊκός ορίζοντας όπου παρεμβάλλονται σημαντικός αριθμός φακοειδών ενστρώσεων κροκαλοπαγούς. Οι φακοί αυτοί έχουν μέγιστο πάχος 1,5m και πλευρικά εκτείνονται σε όλο το πλάτος του πρανούς. Τα κροκαλοπαγή είναι ασύνδετα χαλαρά και εκσκάπτονται πολύ εύκολα. Ακόμη παρατηρούνται αυλακώσεις στις μάργες που οφείλονται στις επιφανειακές απορροές.

Στο κάτω μέρος της φωτογραφίας παρατηρείται κύλιση των κροκαλών, πράγμα που υποδηλώνει ότι οι φακοειδείς ενστρώσεις δύναται να αστοχήσουν. Αποτελούν δηλαδή σημαντικό παράγοντα αστοχίας για το πρανές.

Επειδή το έργο βρίσκεται υπό κατασκευή και τα έργα δεν έχουν ολοκληρωθεί στο σημείο αυτό, αναμένονται αρκετά επιπρόσθετα μέτρα για την ασφάλειά του. Ενδεικτικά προτείνονται τα ακόλουθα για το συγκεκριμένο πρανές.

1. κατασκευή τοίχου αναχαίτησης
2. κατασκευή αποστραγγιστήριων τάφρων στη στέψη του πρανούς
3. ποώδη φυτοκάλυψη όπου αυτό είναι δυνατό

ΣΥΜΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ύστερα από την μελέτη αυτή της πτυχιακής εργασίας που παρουσιάσαμε μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα.

Για την αποφυγή πιθανών κατολισθήσεων σε ένα έργο οδοποιίας εφόσον έχει γίνει η γεωλογική μελέτη του εδάφους πρέπει να παρθούν τα εξής μέτρα αντιμετώπισης:

- 1) Κατασκευή αποστραγγιστικών ταφρών για την μεταφορά των επιφανειακών απορροών και κατακρημνίσεων.
- 2) Κατασκευή τοίχου αντιστήριξης.
- 3) Κάλυψη πρανών με γεώφασμα για την συγκράτησι των πρανών.
- 4) Κατασκευή αναβαθμών για την ομαλή κλίση των πρανών.
κτλ

Όλα τα παραπάνω μέτρα που αναφέραμε πρέπει να λαμβάνουν χώρα σε κάθε έργο οδοποιίας ανάλογα με τον τύπο του οδοστρώματος και ανάλογα με την περιοχή που πρόκειται να κατασκευαστεί το έργο.

Με λίγα λόγια, για να πραγματοποιηθεί ένα έργο οδοποιίας πρέπει να γίνουν οι αντίστοιχες γεωλογικές, εδαφικές και τεχνικές μελέτες που απαιτούνται από τις προδιαγραφές και τους νόμους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αυγουστίδης Σ. : «Εγχειρίδιον γενικής γεωλογίας», Αθήνα 1973
- Δαβή Ελευθερία Ν. : «Μαθήματα γενικής γεωλογίας», Αθήνα 1991
- Δεμίρης Κ.Α. : «Τεχνική γεωλογία», Θεσσαλονίκη 1985
- Δούτσου Θεοδώρου και Καμηλάρη Χαραλάμπου: «Οι κατολισθήσεις του Νόμου Αχαΐας»
- Κούκης Γεώργιος, Ζιούρκας Κωνσταντίνος: «Κατολισθητικές κινήσεις στον Ελληνικό χώρο-στατιστική θεώρηση»
- Κούκης Γ. και Σαμπατακάκης Νικόλαος Στ. : «Γεωλογία τεχνικών έργων», Αθήνα 2007
- Κούκης Γ. και Σαμπατακάκης Νικόλαος Στ. : «Τεχνική γεωλογία», Αθήνα 2002
- Κουκουβέλας Ιωάννης: «Τεκτονική γεωλογία», Αθήνα 1998
- Μαντράκης Δημοσθένης Μ. : «Γεωλογίας της Ελλάδας», Θεσσαλονίκη 1985
- Μισοπολινός Νίκος Δ. : «Γεωλογία -Πετρογραφία»
- Μιγκίρος Γεώργιος Π. : «Βασικές αρχές και έννοιες στην γεωλογία», Αθήνα 1996

- Νικολαΐδης Αθανάσιος Φ. : «Εύκαμπτα οδοστρώματα - Μέθοδος διαστασιολόγησης-Ασφαλτικά μίγματα- Αντιολισθηρές στρώσεις »
- Νικολαΐδης Αθανάσιος Φ. : «Οδοποιία, Οδόστρωμα- Υλικά-Έλεγχος ποιότητας»
- Τσιραμπίδη Ανανία Ε. : «Τα Ελληνικά μάρμαρα και άλλα διακοσμητικά πετρώματα»
- Φραντζή Χαραλάμπου Παντ. : «Οδοστρώματα (1^ο μέρος)» Καθηγητή πολυτεχνικής Σχολής, Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης.
- Από δικτυακό τόπο www.civilprotection.gr : «Περιγραφή κατολισθήσεων /καθιζήσεων»