

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ ΑΧΛΑΔΑΣ



Πτυχιακή εργασία
ΑΓΛΑΙΑ ΡΟΖΑ

Επιβλέπων καθηγητής: ΧΡΗΣΤΑΡΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική εργασία με θέμα **«Κατολισθήσεις στα Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας»** έγινε στα πλαίσια των Διπλωματικών εργασιών που εκπονούνται στο τμήμα της Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Στο πρώτο μέρος γίνεται αναφορά στις κατολισθήσεις, τα αίτια που τις προκαλούν, καθώς και στους γενικούς τρόπους αντιμετώπισης τους. Ενώ παρατίθενται και στοιχεία για κατολισθήσεις εντός του ελληνικού χώρου.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται ειδικότερη αναφορά στο ορυχείο Αχλάδας και τις εργασίες που εκτελούνται. Αναλύεται μια παλαιότερη κατολίσθηση, ενώ στη συνέχεια παρατίθενται τα γεωλογικά και κοιτασματολογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής, τα σεισμολογικά χαρακτηριστικά καθώς και οι υδρογεωλογικές συνθήκες που επικρατούν. Με την βοήθεια των αποτελεσμάτων των ερευνητικών γεωτρήσεων που έχουν γίνει στην περιοχή, πραγματοποιήθηκαν οι γεωλογικές τομές για την καλύτερη κατανόηση της γεωλογίας των σχηματισμών.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία καταλήγουμε στα τελικά συμπεράσματα και προτείνουμε τρόπους για την σωστή και έγκαιρη αντιμετώπιση των κατολισθήσεων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με την πολύτιμη βοήθεια τους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή Κύριο

Χρηστάρα Βασίλειο για την καθοδήγηση, τις σημαντικότερες παρατηρήσεις του καθώς και την κατανόηση και ανεκτίμητη επιστημονική γνώση που μου μετέδωσε.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο μηχανικό της εταιρείας Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας, Κύριο Μάνο Ευάγγελο, για την αμέριστη βοήθεια του σε τεχνικά θέματα που αφορούν το ορυχείο, καθώς και για τα στοιχεία που μου παρείχε, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει μια ολοκληρωμένη μελέτη της περιοχής.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A. ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

1. Ορισμός.....	5
2. Γενικά χαρακτηριστικά μιας κατολίσθησης.....	6
3. Αίτια κατολισθήσεων.....	8
4. Ταξινόμηση κατολισθήσεων.....	12
5. Παράμετροι της κατολισθητικότητας.....	18
6. Κατάταξη των πετρωμάτων από άποψη κατολισθητικότητας.....	21
7. Μέθοδοι έρευνας των κατολισθήσεων.....	24
8. . Πρόβλεψη των κατολισθήσεων.....	28
9. Μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης των κατολισθήσεων.....	31
10, Κατολισθήσεις στην Ελλάδα.....	37

B. ΟΡΥΧΕΙΟ ΑΧΛΑΔΑΣ

1. Εργασίες που γίνονται στο ορυχείο Αχλάδας.....	39
2. Προβλήματα κατολισθήσεων σε ορυχεία.....	43

3. Μελέτη του ορυχείου Αχλάδας.....	46
4. Παλαιότερη κατολίσθηση στο ορυχείο.....	47
5. Γεωλογικά στοιχεία της περιοχής.....	50
6.Κοιτασματολογικά στοιχεία.....	55
7. Γεωτρήσεις.....	57
8.Γεωλογικές τομές.....	59
9. Σεισμολογικά δεδομένα.....	63
10.Υδρογεωλογικές συνθήκες.....	64
Γ. ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΧΑΙΤΙΣΗΣ.....	66
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	73
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ. Εδαφοτεχνικές τομές γεωτρήσεων.....	

A. ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

1.Ορισμός

Με την γενική έννοια του όρου, **κατολίσθηση** είναι η κάθε αλλαγή της επιφάνειας μιας πλαγιάς η οποία συνοδεύεται με μετακίνηση υλικού, που προέρχεται από δυνάμεις βαρύτητας και οφείλεται σε φυσικά ή τεχνητά αίτια. Η κατολίσθηση εκφράζει το αποτέλεσμα αναζήτησης μιας νέας κατάστασης ισορροπίας του εδάφους και είναι δυνατή η ανθρώπινη παρέμβαση για την πλήρη παύση ή την επιβράδυνση του φαινομένου.

Οι κατολισθήσεις επειδή προκαλούν ανακατατάξεις γεωλογικών μαζών και μεταβολές της μορφολογίας της γήινης επιφάνειας, αποτελούν γεωλογικά φαινόμενα, ακόμη και όταν στην εκδήλωσή τους έχει σταθεί αφορμή η ανθρώπινη παρέμβαση π.χ. με εκσκαπτικές εργασίες. Συνήθως οι πολύ μεγάλης έκτασης κατολισθήσεις δεν έχουν σχέση με ανθρώπινη παρέμβαση και λαμβάνουν χώρα υπό την επίδραση φυσικών παραγόντων.

Οι μετακινήσεις εδαφών μπορούν να πλήξουν:

- Ορεινά ή πεδινά χωριά
- Στοές μεταλλείων
- Έργα οδοποιίας και σήραγγες
- Φράγματα
- Δίκτυα κοινής ωφέλειας και υποθαλάσσιες κατασκευές.
- Ορυχεία όπου γίνονται εργασίες εκσκαφής επιφανειών.

2. Γενικά χαρακτηριστικά μιας κατολίσθησης.

Τα χαρακτηριστικά μιας κατολίσθησης είναι:

Το κυρίως μέτωπο. Είναι η απότομη επιφάνεια που δημιουργείται στο αδιατάρακτο έδαφος που περιβάλλει την κατολίσθηση.

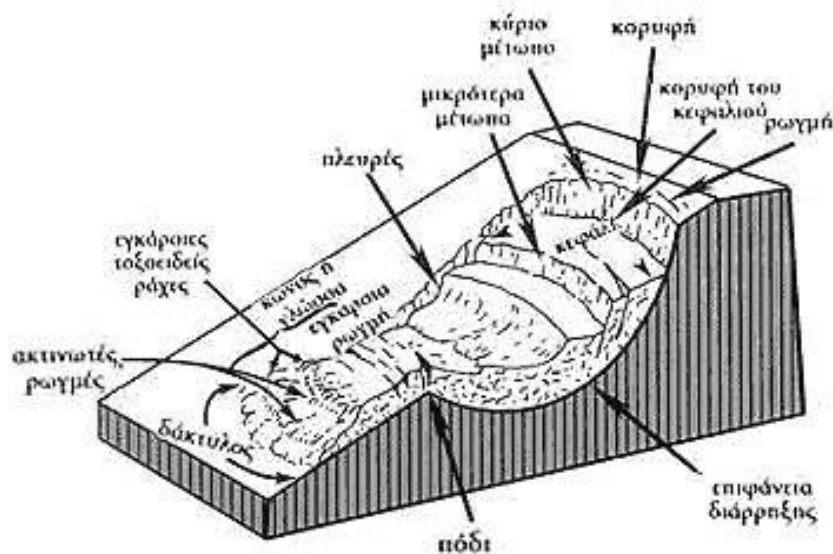
Δευτερεύοντα μέτωπα. Είναι οι απότομες επιφάνειες εντός του διαταραγμένου υλικού της κατολίσθησης.

Κεφαλή. Βρίσκεται στην κορυφή της κατολίσθησης και αποτελείται από τα ανώτερα τμήματα των υλικών που μετακινήθηκαν.

Πόδι της κατολίσθησης. Είναι το ακραίο, το χαμηλότερο τμήμα του κώνου.

Δάκτυλος. Είναι το τμήμα των υλικών που έχουν κατολισθήσει στη μεγαλύτερη απόσταση από το κύριο μέτωπο της κατολίσθησης.

Κορυφή. Είναι το αδιατάρακτο υλικό που βρίσκεται στα ψηλότερα σημεία του κύριου μετώπου.



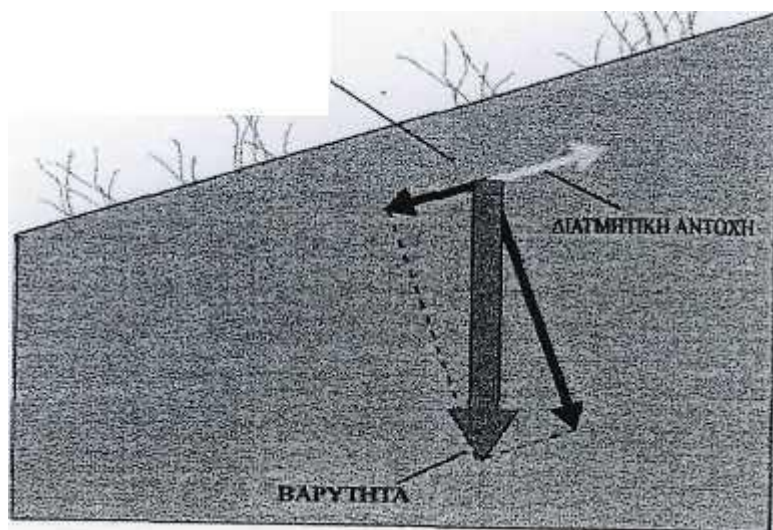
Σχ. 1 Κύρια χαρακτηριστικά τυπικής κατολίσθησης.

Παρά την μεγάλη ποικιλία των αιτιών που προκαλούν τις κατολισθήσεις, αυτές εμφανίζουν σχεδόν πάντα τα ίδια γενικά χαρακτηριστικά. Πριν την μετακίνηση δημιουργούνται εφελκυστικές ρωγμές στο επάνω τμήμα της μάζας του πρανούς η οποία πρόκειται να κατολισθήσει. Κατά την διάρκεια της κατολίσθησης το επάνω μέρος της μετακινούμενης μάζας υποχωρεί, βουλιάζει και το κάτω διογκώνεται.

Συνήθως το μήκος των κατολισθήσεων, δηλαδή η απόσταση κεφαλής-ποδιού, είναι μεγαλύτερο του πλάτους του. Υπάρχει όμως μια σημαντική κατηγορία κατολισθήσεων, που αποτελούν εξαίρεση του κανόνα. Πρόκειται για περιπτώσεις που οι γεωλογικές συνθήκες είναι τέτοιες ώστε το μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειας ολίσθησης να εμπίπτει εντός στρώσης χονδρόκοκκης ιλύς ή άμμου, η οποία διαχωρίζει δυο στρώσεις αργίλου. Στην περίπτωση αυτή το πλάτος της κατολίσθησης μπορεί να είναι σημαντικά μεγαλύτερο από το μήκος της. Σε αυτές τις κατολισθήσεις δεν παρατηρούνται εμφανείς ενδείξεις για τον επικείμενο κίνδυνο και η θραύση γίνεται αιφνίδια.

3. Αίτια κατολισθήσεων.

Οι δυνάμεις που καθορίζουν αν κάποιο πέτρωμα ενός πρανούς θα κινηθεί ή θα παραμείνει σταθερό είναι η διατμητική τάση και διατμητική αντοχή, οι οποίες είναι αντίρροπες μεταξύ τους. Το βάρος ενός πετρώματος, μπορεί να αναλυθεί σε μια συνιστώσα κάθετη στο πρανές, την ορθή τάση και μια συνιστώσα παράλληλη προς το πρανές, την διατμητική τάση. Η τάση αυτή θα κινούσε το πέτρωμα προς τα κάτω αν αυτό δεν αντιδρούσε με την εσωτερική αντοχή του, την διατμητική αντοχή του. Αυτή καθορίζεται από την τριβή και την συνεκτικότητα των επιμέρους τμημάτων του πετρώματος.



Σχήμα 2. Σχηματική απεικόνιση της σχέσης μεταξύ διατμητικής τάσης και διατμητικής αντοχής.

Οι βασικότερες αιτίες που μπορούν να οδηγήσουν σε κατολισθήσεις είναι:

α. Η αύξηση του φαινόμενου ειδικού βάρους ή βάρους των όγκων των υλικών σε στερεά, υγρή και αέρια φάση, μπορεί να πραγματοποιηθεί με

προσθήκη νερού μέσα σε αυτά, από πλευρική διήθηση. Αν ένα πρανές έχει γωνία κλίσης που πλησιάζει την γωνία ηρεμίας, η προσρόφηση νερού μπορεί να αποτελέσει την αιτία για την εκδήλωση της κατολίσθησης. Αύξηση του βάρους εξ αιτίας προσθήκης νερού μέσα στους πόρους των υλικών, γίνεται μόνο για τα υλικά που βρίσκονται ψηλότερα από τη στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

Β. Η αύξηση της κλίσης των πρανών. Μπορεί να γίνει είτε από φυσικούς παράγοντες, είτε από ανθρώπινη επέμβαση. Ο κύριος φυσικός παράγοντας είναι η διάβρωση των πετρωμάτων που προκαλείται από τη ροή νερού ή την ενέργεια των κυμάτων. Με τη διεργασία της διάβρωσης π.χ. ενός χειμάρρου, η κλίση των πλευρών του μεγαλώνει, με συνέπεια να εκδηλωθεί κατολίσθηση, αργά ή γρήγορα, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά κατολισθητικότητας των υλικών που τις συνθέτουν. Ανθρώπινες παρεμβάσεις που προκαλούν αύξηση της κλίσης των πρανών, αποτελούν οι αποχωματώσεις που γίνονται είτε σε ορυχεία, είτε στις κατασκευές συγκοινωνιακών έργων.

Γ. Η αύξηση του βάρους από επιβολή φορτίου. Μπορεί να γίνει είτε με φυσικές διεργασίες είτε με τεχνικές παρεμβάσεις. Στις φυσικές διεργασίες περιλαμβάνεται η μετακίνηση υλικών και εκ νέου απόθεσή τους σε νέες θέσεις. Οι μετακινήσεις αυτές μπορεί να οφείλονται στα νερά των βροχών. Επιπλέον μεγάλη αύξηση του βάρους μπορεί να γίνει από τη συσσώρευση χιονιού σε ορισμένες θέσεις. Η επιβολή φορτίων που οφείλεται σε επέμβαση του ανθρώπου με κατασκευές έργων πάνω σε κλιτείς ή σε επιχωματώσεις, αποτελεί την τεχνητή αύξηση του βάρους, που οι συνέπειες από αυτή μπορεί να είναι ίδιες με τις παραπάνω εάν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα.

Δ. Η αύξηση της άνωσης που εξασκείται σε μια μάζα, από τα υπόγεια νερά, μπορεί να προκληθεί από την άνοδο της πιεζομετρικής επιφάνειας. Έτσι σε περιπτώσεις που ένα τμήμα του υπεδάφους είναι στεγνό και με την άνοδο της στάθμης των υπογείων νερών βρεθεί κάτω από την πιεζομετρική επιφάνεια, το τμήμα αυτό της μάζας υφίσταται άνωση. Η επίδραση της άνωσης έχει σαν αποτέλεσμα την ελάττωση της διατμητικής αντοχής των υλικών.

Ε. Η αύξηση της πίεσης του νερού των πόρων. Αυτή είναι γνωστή και ως ουδέτερη τάση και προκαλεί αντίστοιχη ελάττωση της ενεργού τάσης και επομένως οδηγεί σε μείωση της διατμητικής αντοχής. Κάθε αύξηση λοιπόν της πίεσης των πόρων ευνοεί την εκδήλωση κατολίσθησης. Μια τέτοια αύξηση προκαλείται όταν π.χ. ένα κορεσμένο υλικό με πολύ μικρή υδατοπερατότητα, υποβληθεί σε γρήγορη συμπίεση έτσι ώστε ο χρόνος να μην επαρκεί για την απομάκρυνση του νερού, με αποτέλεσμα να εξασκεί πίεση, η οποία αντισταθμίζεται με κατανάλωση μέρους της ορθής τάσης, προκαλώντας έτσι μείωση της ενεργού τάσης και επομένως ελάττωση της διατμητικής αντοχής.

Στ. Ελάττωση της συνοχής που προκαλείται από τις επενέργειες των υπογείων νερών. Οι επενέργειες αυτές είναι: η διάλυση ορισμένων λεπτόκοκκων υλικών η πραγματοποιούμενη από την επένεργεια της ροής των υπόγειων νερών, η χαλάρωση εξ αιτίας της διαδοχικής πήξης και τήξης του νερού των πόρων των πετρωμάτων μέχρι του βάθους που μπορεί να επιδράσει η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και η διόγκωση των αργιλικών υλικών.

Ζ. Ελάττωση της τριβής προκαλείται κυρίως από την παρουσία νερού, το οποίο δρώντας ποικιλοτρόπως έχει σαν τελικό αποτέλεσμα την μείωση της. Έτσι η υπόγεια διάβρωση μειώνει την τριβή, δεδομένου ότι με την

απομάκρυνση του λεπτόκοκκου υλικού μειώνονται οι επιφανειακές τάσεις, καθώς και οι τριβόμενες επιφάνειες. Ομοίως η απουσία υπόγειου νερού στην επαφή ενός αργιλικού υλικού και ενός υπερκείμενου υδροπερατού πετρώματος, μειώνει έντονα την μεταξύ τους τριβή, εξ αιτίας της μετατροπής της αργίλου σε πλαστικό υλικό που παίζει το ρόλο λιπαντικού.

Η. Σεισμική φόρτιση. Ιδιαίτερα σε πρανή που αποτελούνται από χαλαρά ή μικρής συνεκτικότητας υλικά κατά την διάρκεια του σεισμικού κραδασμού επέρχεται μείωση της συνοχής και το πρανές οδηγείται σε αστοχία.

4. Ταξινόμηση κατολισθήσεων.

Κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορες ταξινομήσεις των κατολισθήσεων, άλλοτε απλές και άλλοτε σύνθετες, στηριζόμενες σε ποικίλα κριτήρια και αίτια. Σαν τέτοια κριτήρια έχουν χρησιμοποιηθεί: το είδος των υλικών, η μορφή της επιφάνειας ολίσθησης, η ταχύτητα μετακίνησης, το πάχος της μάζας που κατολίσθησε.

Το 1885 ο Ελβετός A.Heim είχε προτείνει την εξής ταξινόμηση:

A. Απλοί τύποι κατολισθήσεων:

I. Κατολισθήσεις μορφής λεπτής φέτας. Αυτές μπορεί να είναι είτε ταχείες με απότομη κλίση πρανούς, είτε βραδείες με ήπια κλίση πρανούς.

II. Κατολισθήσεις δια αποκοπής. Είτε σε πετρώματα *in situ*, είτε σε μάζες μεταφερόμενων υλικών.

III. Κατολισθήσεις στρώμα προς στρώμα. Μπορεί να υπάρχει σκληρό στρώμα πάνω σε άργιλο ή αργιλικά υλικά πάνω σε σκληρό στρώμα.

IV. Κατολισθήσεις δια περιστροφής

V. Καταπτώσεις.

B. Μικτές κατολισθήσεις. Συνήθως συνδυασμός των περιπτώσεων II και V που προαναφέρθηκαν.

Γ. Πολύπλοκες κατολισθήσεις.

Το 1939 ο Bay ταξινόμησε τις κατολισθήσεις σε τρεις ομάδες:

- Επιφανειακές ή εξαλλοιώσεις
- Βαθείς κατολισθήσεις
- Κατολισθήσεις εξ αιτίας διάβρωσης της βάσης

Το 1956 ο Penta διακρίνει τις μετακινήσεις των μαζών σε:

- Κατολισθήσεις
- Κατακρημνίσεις
- Καταρρεύσεις
- Καθιζήσεις
- Μικτούς και πολύπλοκους τύπους.
- Το 1959 ο Desio προτείνει ένα σύστημα ταξινόμησης, το οποίο θεσπίζει και η Διεθνής επιτροπή για τη Μελέτη της υδραυλικής διευθέτησης και προστασίας του εδάφους. Σύμφωνα με αυτή την ταξινόμηση έχουμε:

A. Κατολισθήσεις δια καταρρεύσεως. Συνιστούν καταρρεύσεις χαώδους μορφής μη συνεκτικών συνήθως υλικών ή υλικών που μεταπίπτουν σε μη συνεκτικά όταν διαποτιστούν με νερό.

B. Κατολισθήσεις δια διαρρεύσεως. Λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια βροχών ή αμέσως μετά, σε αργιλώδη εδάφη και εκδηλώνονται με τη μορφή εκροής αργιλώδους λάσπης, η οποία κατεβαίνοντας με μικρή ταχύτητα στην πλαγιά αναμιγνύεται με κλαστικά υλικά όπως χαλίκια.

Γ. Κατολισθήσεις δια ολισθήσεως, στρώμα με στρώμα βραχωδών υλικών πάνω στο υπόβαθρό τους.

Δ. Κατολισθήσεις δια θραύσεως. Εκδηλώνονται με αιφνίδια και απρόβλεπτη απόσπαση του πρηνούς του εδάφους από επιφάνεια και η κίνηση είναι περιστροφική.

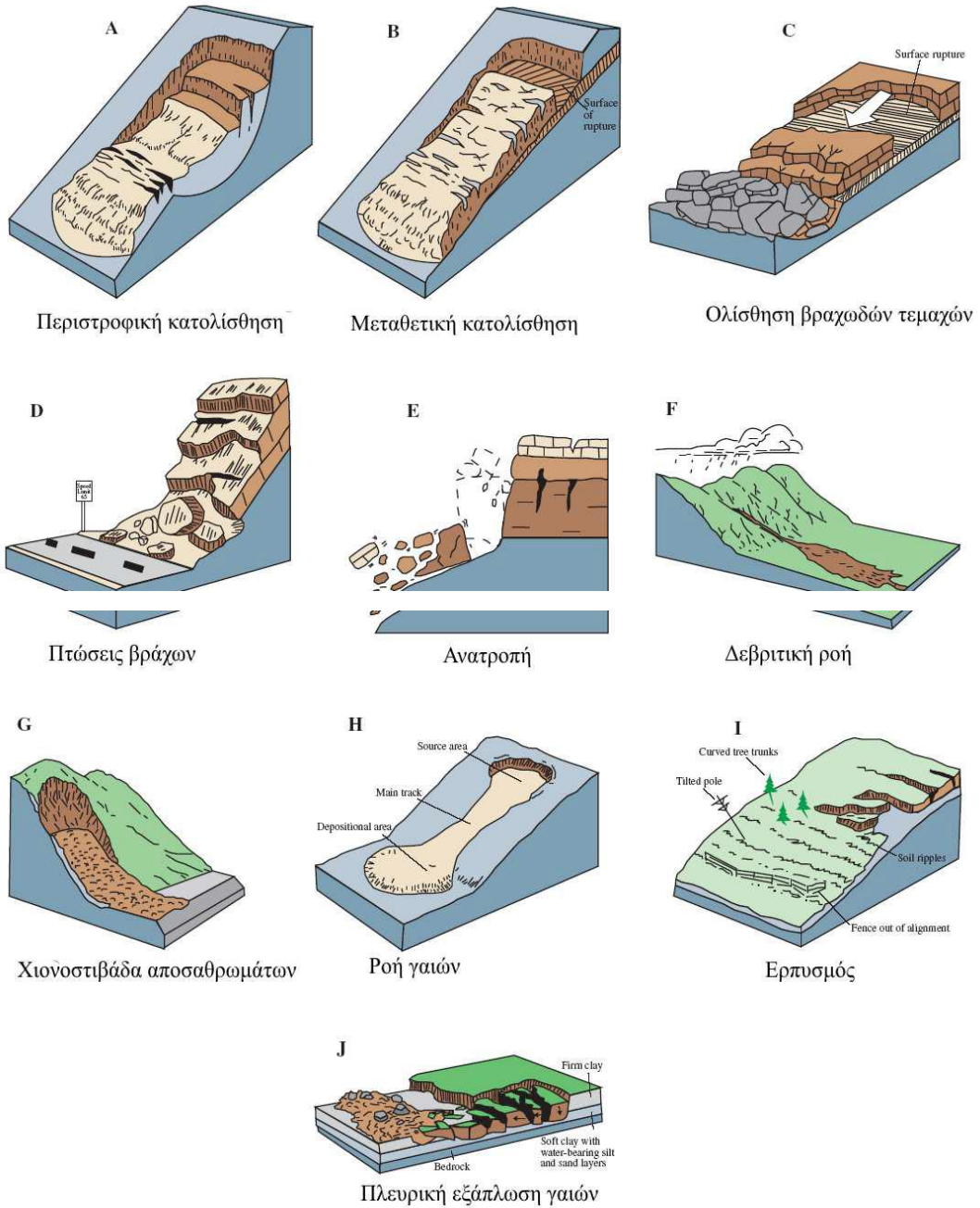
E. Κατολισθήσεις δια κατακρημνίσεων. Πρόκειται για αιφνίδια απόσπαση πετρωμάτων από κλιτείς πολύ μεγάλης κλίσης, κατακόρυφης ή προεξέχουσες.

Στ. *Μικτές κατολισθήσεις.* Είναι συνδυασμοί των παραπάνω περιπτώσεων. Παράδειγμα κατακρήμνιση που προκαλεί κατολίσθηση διαθραύσεως της μάζας πάνω στην οποία έπεσε.

Μια από τις πιο διαδεδομένες ταξινομήσεις των κατολισθήσεων είναι του Varnes, το 1978 ο οποίος πρότεινε πέντε κύριες μορφές κατολισθήσεων, ως ακολούθως:

- **Κατάπτωση.** Πρόκειται για την αποκόλληση τμήματος εδάφους ή βράχου από απότομο πρανές κατά μήκος μιας επιφάνειας με μικρή ή σχεδόν μηδενική διατμητική αντοχή. Η κίνηση του υλικού γίνεται μέσω κύλισης και αναπήδησης.
- **Ανατροπή.** Τεμάχια βραχομάζας περιστρέφονται γύρω από ένα σημείο που βρίσκεται κάτω από το κέντρο βάρους του τεμαχίου.
- **Ολίσθηση.** Αυτή διακρίνεται σε περιστροφική και σε επίπεδη. Στην πρώτη η βραχομάζα περιστρέφεται περί ενός σημείου που βρίσκεται πάνω από το κέντρο βάρους. Στην δεύτερη περίπτωση η βραχομάζα κινείται κατά μήκος ενός επιπέδου.
- **Πλευρική μετατόπιση.** Διακρίνονται σε εκτάσεις βράχων και σε εκτάσεις ρευστοποίησης. Οι εκτάσεις βράχων απαντούν σε ισχυρά διαρρηγμένες βραχομάζες και συχνά σχετίζονται με καθίζηση της διαρρηγμένης μάζας όταν υπόκεινται πιο μαλακά υλικά. Συχνά δεν είναι δυνατή η αναγνώριση μιας επιφάνειας ολίσθησης στο υπόβαθρο, ούτε μιας πλήρως προσδιορισμένης ζώνης πλαστικής ροής. Οι εκτάσεις ρευστοποίησης δημιουργούνται σε ευαίσθητες αργίλους και ιλύες οι οποίες έχασαν την αντοχή τους και η δομή τους έχει καταστραφεί.
- **Ροή.** Χαρακτηρίζονται από συνεχείς κινήσεις στο χώρο. Οι επιφάνειες διάτμησης είναι μικρής έκτασης και συνήθως δεν

διατηρούνται. Από άποψη κινηματικής, η κίνηση θα μπορούσε να συγκριθεί με ιξώδη ροή.



Σχήμα 3. Τύποι μετακίνησης πρανών κατά Varnes.

- Σύνθετες μορφές. Συνδυασμός δύο ή περισσότερων περιπτώσεων από τους παραπάνω τύπους.

Κατά κανόνα οι μετακινήσεις των πρανών είναι συνδυασμός περισσότερων κύριων τύπων μετακινήσεων, από αυτούς που περιγράφηκαν πιο πάνω, είτε στα διάφορα τμήματα της μετακινούμενης μάζας, είτε στα διάφορα στάδια της εξέλιξης της μετακίνησης.

Ο Dikau το 1996 σημειώνει ότι όλες οι κατολισθήσεις περιλαμβάνουν περισσότερους από έναν τύπους κινήσεων οι οποίες είτε δρουν ταυτόχρονα σε διαφορετικά μέρη της επιφάνειας θραύσης, είτε εξελίσσονται προς τα κάτω, είτε με τον χρόνο εξελίσσονται σε διαφορετικές διαδικασίες.

Ανάλογα με την ταχύτητα της μετακίνησης διακρίνουμε τα κατολισθητικά φαινόμενα σε επτά κατηγορίες κατά Cruden και Varnes. Είναι λογικό ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα μιας μετακίνησης, τόσο πιο μεγάλες θα είναι οι καταστροφές.

Κλάση ταχύτητας 1. Είναι εξαιρετικά αργή με ταχύτητα μετακίνησης 1,5 εκατοστό το χρόνο. Μπορεί να διαπιστωθεί μόνο με όργανα. Δεν υπάρχει κίνδυνος για τις κατασκευές.

Κλάση ταχύτητας 2. Είναι πολύ αργή με ταχύτητα μετακίνησης 1,6 μέτρο το χρόνο. Ορισμένες μόνο κατασκευές μπορεί να παραμένουν χωρίς να υποστούν ζημιές.

Κλάση ταχύτητας 3. Είναι αργή με ταχύτητα μετακίνησης που μπορεί να φτάσει τα 13 μέτρα το μήνα.

Κλάση ταχύτητας 4. Χαρακτηρίζεται ως μέτρια με ταχύτητα μετακίνησης 1,8 μέτρα ανά ώρα.

Κλάση ταχύτητας 5. Είναι γρήγορη κατολίσθηση, με ταχύτητα μετακίνησης έως και 3 μέτρα το λεπτό.

Κλάση ταχύτητας 6. Περιγράφεται έως_πολύ γρήγορη με ταχύτητα έως και 300 μέτρα το λεπτό. Αν αναλογιστεί κανείς ότι περπατώντας ο άνθρωπος διανύει 70 μέτρα το λεπτό, καταλαβαίνει ότι αυτές οι κατολισθήσεις μπορεί να έχουν θανατηφόρες επιπτώσεις.

Κλάση ταχύτητας 7. Είναι η ανώτερη μορφή κατολίσθησης που χαρακτηρίζεται ως εξαιρετικά γρήγορη. Η ταχύτητα μετακίνησης είναι μεγαλύτερη από 300 μέτρα το λεπτό. Σε αυτή την περίπτωση θα υπάρχουν σίγουρα καταστροφές και ανθρώπινα θύματα. Καταστροφές γίνονται επίσης από την πρόσκρουση των υλικών που ολίσθησαν.

5. Παράμετροι της κατολισθητικότητας.

Με τον όρο κατολισθητικότητα εννοείται η τάση των πετρωμάτων να κατολισθαίνουν. Η τάση αυτή ρυθμίζεται από διάφορους συντελεστές, μερικοί από αυτούς είναι σταθεροί και άλλοι μεταβλητοί. Όλοι αυτοί οι συντελεστές πρέπει να λαμβάνονται υπ όψη σαν στοιχεία κρίσεως κατά τη διερεύνηση της κατολισθητικότητας των πετρωμάτων μιας περιοχής.

Στους σταθερούς παράγοντες περιλαμβάνονται *οι γεωλογικές συνθήκες και η τοπογραφική διαμόρφωση*, ειδικά η κλίση του εδάφους. Στους μεταβλητούς οι *κλιματικές συνθήκες και η φυτοκάλυψη*.

Οι παραπάνω παράμετροι της κατολισθητικότητας είναι δυνατό να αναζητηθούν με διερεύνηση στην ύπαιθρο, όπως σύνταξη γεωλογικών χαρτών, χαρτών ευστάθειας πρανών και χαρτών φυτοκάλυψης, καθώς και με συλλογή και μελέτη υπαρχόντων στοιχείων όπως κλιματομετεωρολογικά δεδομένα, τοπογραφικοί χάρτες. Στην εκτέλεση των εργασιών αυτών δεν υπεισέρχεται έντονα η υποκειμενική παρατήρηση του ερευνητή, αντίθετα προς την διερεύνηση των αιτιών μιας κατολίσθησης, δηλαδή του συνόλου των συντελεστών που προδικάζουν και αποτελούν την αφορμή της εκδήλωσης του κατολισθητικού φαινομένου, που ο υποκειμενικός χαρακτήρας των συμπερασμάτων είναι αναπόφευκτος.

Μεταξύ των συντελεστών της κατολισθητικότητας, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχει μια διαβάθμιση στη σημασία καθενός, η οποία και αντιστοιχεί στη σειρά με την οποία έχουν απαριθμηθεί.

Από αυτούς οι γεωλογικές συνθήκες είναι επικεφαλής. Σε αυτές περιλαμβάνεται η σύσταση των πετρωμάτων και η δομή τους. Τα πετρώματα ως προς την κατολισθητικότητα τους ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες: *τα συνεκτικά, τα ψευδοσυνεκτικά, τα ημισυνεκτικά και τα μη συνεκτικά*. (Στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει λεπτομερή αναφορά). Θα πρέπει όμως να λαμβάνεται σοβαρά υπ όψιν για την διατύπωση τελικής κρίσης ως προς την κατολισθητικότητα ενός γεωλογικού σχηματισμού και ο προσανατολισμός του. Με τον όρο αυτό νοείται, κατά κύριο λόγο, η διεύθυνση και κλίση των στρωμάτων και των λοιπών επιφανειών ασυνέχειας, ο τρόπος εναλλαγής των ποικίλης συστάσεως ή πάχους στρωμάτων, η ομοιόμορφη, ανομοιόμορφη ή προσανατολισμένη διάταξη των συστατικών στοιχείων των πετρωμάτων, καθώς και η κατάσταση διαρρήξεως, δηλαδή η πυκνότητα των διακλάσεων, η μορφή των επιφανειών διαχωρισμού, ο προσανατολισμός τους και το κατά πόσον οι ρωγμές είναι ανοικτές ή κλειστές. Αυτό που έχει επίσης βασική σημασία στη συμπεριφορά ως προς την κατολισθητικότητα είναι το είδος του υλικού που έχει γεμίσει τις ρωγμές και η κατάσταση στην οποία βρίσκεται, αν είναι χαλαρό ή συμπαγές.

Σημαντικός επίσης παράγοντας στον καθορισμό της κατολισθητικότητας είναι η σχέση που υπάρχει μεταξύ των επιφανειών ασυνέχειας και της τοπογραφικής επιφάνειας του πρανούς. Οι σχέσεις μεταξύ αυτών των επιφανειών μπορεί να ποικίλουν ευρέως μεταξύ των δύο ακραίων περιπτώσεων που είναι: ι. η παραλληλία επιφάνειας ασυνέχειας και επιφάνεια πρανούς και ιι. Η κάθετη σχέση των επιφανειών αυτών, με βύθιση της επιφάνειας ασυνέχειας ως προς το εσωτερικό του πρανούς.

Ως προς την επίδραση της μορφολογίας του εδάφους είναι προφανές ότι όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση της τοπογραφικής επιφάνειας του

πρανούς, τόσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής κατολισθητικότητας κάτω από τις ίδιες κατά τα λοιπά συνθήκες.

Για μια δεδομένη κατάσταση συνθηκών, υπάρχει πάντοτε μια συγκεκριμένη κλίση των φυσικών ή τεχνητών πρανών, κάτω της οποίας υπάρχει ευστάθεια και άνω της οποίας δημιουργείται αστάθεια και εκδηλώνεται κατολίσθηση. Επομένως η κλίση της τοπογραφικής επιφάνειας παριστά τον αποφασιστικό μορφολογικό παράγοντα στην εκδήλωση μιας κατολίσθησης.

6. Κατάταξη των πετρωμάτων από άποψη κατολισθητικότητας.

Είναι γνωστό ότι οι κατολισθήσεις παρουσιάζουν την μεγαλύτερη συχνότητα σε ορισμένους τύπους πετρωμάτων, ενώ σε άλλους εκδηλώνονται σπάνια. Έχει διαπιστωθεί ότι οι συνηθέστεροι τύποι επικίνδυνων υλικών είναι τα κορήματα, η ομοιογενής μαλακή άργιλος, η άργιλος με στρώσεις άμμου και λάσπης, η υδροφόρος χαλαρή άμμος, οι αποσαθρωμένοι σχιστόλιθοι, η ρωγματομένη άργιλος και τέλος οι μάζες συνεκτικών πετρωμάτων οι οποίες περιλαμβάνουν υδροφόρες ενστρώσεις και θύλακες από άμμο ή ιλύ.

Μια πρώτη λιθολογική διάκριση των πετρωμάτων από την άποψη της ευκολίας ή δυσκολίας στο να κατολισθήσουν, θα τα ταξινομούσε σε πετρώματα μη συνεκτικά και συνεκτικά.

Στα μη συνεκτικά πετρώματα ανήκουν τα χαλαρά μηχανικά ιζήματα που δεν έχουν φυσική συνδετική ύλη, όπως οι κροκάλες, τα αμμοχάλικα, οι άμμοι και οι λατύπες. Τέτοια υλικά συνθέτουν αποθέσεις αλλουβιακές, ελλουβιακές, παγετώνων, λιμναίες, θαλάσσιες και πυροκλαστικές.

Στην δεύτερη κατηγορία, των συνεκτικών πετρωμάτων, ανήκουν όλα τα στερεά πετρώματα, εκρηξιγενή, ιζηματογενή και μεταμορφωμένα, που αποτελούν και τη μεγάλη πλειονότητα. Πολλές φορές όμως τα πετρώματα αυτά έχουν υποστεί τέτοια διάρρηξη και κατακερματισμό ώστε να χάνουν μεγάλο μέρος από τη στερεότητά τους και να πλησιάζουν περισσότερο ή λιγότερο στις συνθήκες ευστάθειας των μη συνεκτικών πετρωμάτων. Οι διαφορές, όσον αφορά την

κατολισθητικότητα, που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ μιας μάζας από χαλαρά μηχανικά ιζήματα και ενός βραχώδους πετρώματος έντονα κερματισμένου, είναι στην πραγματικότητα πολύ μικρές.

Ένας ενδιαμέσος τύπος αντιπροσωπεύεται από τα αργιλικά πετρώματα, που χαρακτηρίζονται σαν ψευδοσυνεκτικά, επειδή όταν είναι στεγνά συμπεριφέρονται σαν συνεκτικά και όταν είναι διαποτισμένα με νερό σαν μη συνεκτικά.

Πιο λεπτομερειακά, μπορούμε να διακρίνουμε, από άποψη κατολισθητικότητας, τέσσερις κατηγορίες πετρωμάτων, σε καθεμιά από τις οποίες αντιστοιχούν διάφορες συνθήκες.

1.Συνεκτικά: Τα πετρώματα αυτά άσχετα από συνθήκες κορεσμού, παραμένουν συνεκτικά. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν όλα τα συμπαγή βραχώδη πετρώματα που δεν έχουν διαρρήξεις και σπάνια κατολισθαίνουν.

2.Ψευδοσυνεκτικά: σε αυτά ο βαθμός συνεκτικότητας εξαρτάται από την περιεκτικότητα τους σε νερό. Είναι συνεκτικά όταν είναι στεγνά ή με μικρή περιεκτικότητα υγρασίας, αλλά όταν διαποτιστούν με νερό μεταπίπτουν σε μη συνεκτικά πετρώματα. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται η άργιλος, η ιλύς και όλα τα πετρώματα που η συνδετική τους ύλη είναι αργιλική ή ιλυούχος *σε υγρά κλίματα τα πετρώματα αυτά κατολισθαίνουν πολύ συχνά.

3.Ημισυνεκτικά: Εδώ ανήκουν πετρώματα που η συνδετική τους ύλη είναι είτε κακής ποιότητας, είτε ελλιπής, όπως οι μολάσες και τα πολύ εξαλλοιωμένα πετρώματα, όπως για παράδειγμα εξαλλοιωμένοι ψαμμίτες, τόφφοι, γρανίτες, σερπεντινίτες κ.α. τα κατακερματισμένα συνεκτικά πετρώματα, τα πλούσια σε λεπτοκλαστικά υλικά και τα σχιστολιθικά πετρώματα που έχουν μεγάλη ικανότητα διαχωρισμού.

4.Μη συνεκτικά πετρώματα αποτελούμενα από ελεύθερα ασύνδετα στοιχεία, συσσωρευμένα το ένα πάνω στο άλλο, όπως τα χαλίκια, οι κροκάλες, οι άμμοι κ.τ.λ.

Στη φύση είναι συνηθισμένο να εναλλάσσονται διάφοροι τύποι πετρωμάτων π.χ. συνεκτικά με μη συνεκτικά, συνεκτικά με ψευδοσυνεκτικά κ.τ.λ.. Σε αυτές τις περιπτώσεις οι συνθήκες ευστάθειας του εδάφους καθορίζονται από τα πετρώματα με τη μεγαλύτερη κατολισθητικότητα.

7. Μέθοδοι έρευνας των κατολισθήσεων.

Είναι απαραίτητο να γίνει εκτεταμένη και ολοκληρωμένη γεωλογική και γεωτεχνική έρευνα για τη μελέτη μιας κατολίσθησης. Πρέπει να μελετηθεί η γεωλογική δομή της περιοχής, τα πετρογραφικά και φυσικά χαρακτηριστικά των βραχωδών σχηματισμών, καθώς και οι τοπικά επικρατούσες υδρογεωλογικές συνθήκες. Συγκεκριμένα σύμφωνα με τους Zaruba and Mencl, απαιτείται να γίνουν τα κάτωθι:

- Αρχική έρευνα προκειμένου να οριοθετηθεί η περιοχή που πρέπει να μελετηθεί και στη συνέχεια να οριστούν οι γεωτρήσεις, των φρεάτων, ο κάρναβος των γεωφυσικών μετρήσεων, εφόσον απαιτηθεί.
- Λεπτομερής τοπογραφική αποτύπωση της περιοχής, λεπτομερής γεωλογική χαρτογράφηση, ακόμη και με χρήση αεροφωτογραφιών. Ταυτόχρονα στο εργαστήριο γίνονται οι απαραίτητες δοκιμές εδαφομηχανικής και βραχομηχανικής. Το στάδιο αυτό ολοκληρώνεται με την πλήρη γεωτεχνική μελέτη, καθώς και με τα προτεινόμενα μέτρα αποκατάστασης της αστοχίας.
- Το τρίτο στάδιο αφορά γεωλογικό έλεγχο των προτεινόμενων διορθωτικών εργασιών υπαίθρου.
- Το τελευταίο στάδιο αναφέρεται σε παρακολούθηση με μετρήσεις οργάνων της αποτελεσματικότητας των μέτρων αποκατάστασης.

Η χρήση των αεροφωτογραφιών έχει έμμεση εφαρμογή στην έρευνα μιας κατολισθαίνουσας περιοχής, γιατί αποτυπώνει τρισδιάστατα την

περιοχή. Επιπλέον δίνει τη δυνατότητα να οριστούν ακριβώς τα όρια της κατολίσθησης, το φρύδι, το πρανές μπροστά από το φρύδι , πόδι κατολίσθησης κ.α. Επιπλέον το μέγεθος της μετακίνησης μπορεί να μετρηθεί από τη μετατόπιση γραμμικών χαρακτηριστικών, όπως οδικό ή σιδηροδρομικό δίκτυο, επιφανειακά στραγγιστήρια κ.α.

Η χρήση των διαθέσιμων γεωλογικών χαρτών είναι απαραίτητη. Συνήθως όμως οι χάρτες αυτοί έχουν μεγάλη κλίμακα, δεν αφορούν μόνο την περιοχή ενδιαφέροντος και παρουσιάζουν τα εδαφικά υλικά που υπέρκεινται των βραχωδών σχηματισμών. Συνεπώς είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένας τεχνικογεωλογικός χάρτης της περιοχής όπου και θα σημειώνονται με κατάλληλους συμβολισμούς όλα τα στοιχεία που υποδηλώνουν την θέση και την έκταση της κατολισθαίνουσας μάζας, καθώς και συγκεκριμένα φαινόμενα στην επιφάνεια του εδάφους όπως για παράδειγμα μικρές συγκεντρώσεις νερού σε πλαγιές, ισοϋψείς με χαρακτηριστικές μορφές, βυθίσματα, εμφάνιση νερού με μορφή πηγών που είναι συνήθως βασικός παράγοντας για την αστοχία ενός πρανούς κλπ.

Με την ολοκλήρωση των προτεινόμενων διορθωτικών εργασιών υπαίθρου χρειάζεται συστηματική παρακολούθηση τους, μέσω τοπογραφικών μετρήσεων. Συγκεκριμένα με τις συμβατικές γεωδαιτικές μεθόδους επιλέγονται σημεία μέσα στη μάζα που είχε κατολισθήσει, καθώς και σημεία εκτός αυτής που παραμένουν σταθερά και γίνονται μετρήσεις αναφορικά με τη σχετική τους μετακίνηση. Οι μετρήσεις είναι δυνατό να γίνουν είτε σε τακτά προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα, είτε σε περιόδους που επικρατούν έντονες βροχοπτώσεις, είτε μετά από εκδήλωση σεισμού. Είναι προφανές ότι τα σημεία που χαρακτηρίζονται σταθερά πρέπει σαφώς να βρίσκονται εκτός κατολίσθησης και επάνω σε σταθερό γεωλογικό υπόβαθρο. Επίσης είναι δυνατή και η χρήση της

μεθόδου της φωτογραμμετρίας όπου λαμβάνεται διαδοχική σειρά φωτογραφιών από δύο ή και περισσότερα σταθερά σημεία, που επικαλύπτουν την περιοχή ενδιαφέροντος και με απλή επίθεση είναι δυνατός ο προσδιορισμός της μετακίνησης.

Τα επιφανειακά σημάδια εκδήλωσης μιας κατολίσθησης είναι η περιοχή φρυδιού και η περιοχή του ποδιού της, ενώ η μορφή της επιφάνειας ολίσθησης καθορίζει την έκτασή της σε βάθος. Όταν η επιφάνεια ολίσθησης βρίσκεται μέχρι και δύο μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, τότε η κατολίσθηση λέγεται *επιφανειακή*. Όταν το βάθος ολίσθησης δεν υπερβαίνει τα πέντε μέτρα, ονομάζεται *μέσου βάθους*, για βάθος μέχρι και είκοσι μέτρα ονομάζεται *βαθιά* και τέλος για ολίσθηση πάνω από είκοσι μέτρα χαρακτηρίζεται *πολύ βαθιά*. Η ολίσθηση μπορεί να συμβεί είτε κατά μήκος ενός μόνου επιπέδου, είτε κατά μήκος περισσότερων επιπέδων.

Ο προσδιορισμός του επιπέδου αστοχίας γίνεται συνήθως μέσω γεωτρήσεων. Συγκεκριμένα όταν γίνεται διάτρηση σε ενεργή κατολίσθηση και ταυτόχρονα γίνεται σωλήνωση της γεώτρησης, στο βάθος όπου η σωλήνωση αλλάζει θέση, βρίσκεται και η επιφάνεια αστοχίας. Όμως αυτός ο τρόπος είναι πολύ προσεγγιστικός, ειδικά στην περίπτωση που η επιφάνεια δεν βρίσκεται στην ένωση των σωληνώσεων, αλλά κάπου ενδιάμεσα. Για τον ακριβή προσδιορισμό της επιφάνειας ολίσθησης μπορεί να γίνει χρήση δύο μεταλλικών σωλήνων που συνδέονται μεταξύ τους με συρματόσχοινο. Συγκεκριμένα ανοίγεται μια γεώτρηση, εισάγεται ένας πλαστικός σωλήνας μέχρι τον πυθμένα της, που έχει μικρότερο διάμετρο από την γεώτρηση και το ενδιάμεσο κενό πληρώνεται με άμμο. Στην συνέχεια εισάγονται οι δυο μεταλλικοί σωλήνες και παραμένουν στη θέση αυτή μέχρι να ενεργοποιηθεί και πάλι η κατολίσθηση. Με την ενεργοποίηση ο πλαστικός σωλήνας κάμπτεται

ακριβώς πάνω στο επίπεδο ολίσθησης, χωρίς όμως να είναι δυνατός ο προσδιορισμός της διεύθυνσης κάμψης και οι μεταλλικοί σωλήνες δεν μπορούν να κατέλθουν σε μεγαλύτερα βάθη.

Ένας άλλος τρόπος που έχει αποδεχτεί πολύ αποτελεσματικός στον προσδιορισμό του βάθους της επιφάνειας αστοχίας καθώς και του ρυθμού μετακίνησης, είναι με χρήση του καταγραφικού οργάνου οριζόντιου διατμητικού επιπέδου. Ο Rybar που ανέπτυξε πρώτος αυτή τη συσκευή εισάγει πολλούς μεταλλικούς σωλήνες ενωμένους με συρματόσχοινα και καλώδια σε μια γεώτρηση σε διάφορα βάθη. Αν η μετακίνηση συμβεί σε βάθος που έχει διατρήσει η γεώτρηση, τότε κάτω από αυτό το βάθος θα καταγραφούν μεγαλύτερες αποκλίσεις, ενώ πάνω από αυτό το βάθος θα έχουν πολύ μικρότερη τιμή, καθώς παρασύρονται από τα υλικά της κατολίσθησης.

8. Πρόβλεψη των κατολισθήσεων.

Η πρόβλεψη των κατολισθήσεων, είναι γενικά δύσκολη υπόθεση, κυρίως όσο αναφορά τον προσδιορισμό της χρονικής περιόδου εκδήλωσής του.

Μια σωστή πρόβλεψη προϋποθέτει λεπτομερή γεωλογική και υδρογεωλογική έρευνα και συλλογή όλων των στοιχείων που είναι απαραίτητα για τον προσδιορισμό:

- Της κατολισθητικότητας των πετρωμάτων που συνθέτουν τα πρανή και το υπόβαθρό τους
- Της ροής των επιφανειακών και υπογείων νερών
- Άλλων πληροφοριών που η γνώση τους είναι αναγκαία για τον καθορισμό των αιτιών, καθώς και των παραγόντων εκείνων που θα αποτελέσουν την αφορμή για την εκδήλωση της κατολίσθησης, δηλαδή των αναμενομένων μεταβολών λόγω φυσιολογικής εξέλιξης, των εποχιακών μεταβολών καθώς και των προγραμματισμένων, εξ αιτίας τεχνητής επέμβασης.

Η πρόβλεψη του χρόνου, κατά τον οποίο θα εκδηλωθεί μια κατολίσθηση δεν είναι δυνατή παρά μόνο προσεγγιστικά, αν διαπιστωθούν ορισμένες ενδείξεις πρόδρομες του φαινομένου, η εξέλιξη των οποίων είναι δυνατό να παρακολουθηθεί. Τέτοιες ενδείξεις είναι οι εφελκυστικές ρωγμές που εμφανίζονται με την μορφή ημικυκλίου στο πάνω μέρος της μάζας που πρόκειται να μετακινηθεί.

Στις πρόδρομες ενδείξεις περιλαμβάνονται ακόμη οι μικρές ρωγμές σε σπίτια, σε τοίχους αντιστήριξης και γενικά σε τεχνικά έργα που

είναι θεμελιωμένα πάνω σε ασταθή μάζα, ή διέρχονται μέσα από αυτή, όπως για παράδειγμα αγωγοί, σήραγγες.

Επίσης η εμφάνιση εξογκώσεων σε κάποια θέση ή ζώνη της επιφάνειας ενός πρανούς, δείχνει ότι η μάζα ετοιμάζεται αργά ή γρήγορα να κατολισθήσει.

Τόσο οι ρωγμές του εδάφους και των επί αυτού κατασκευών, όσο και οι εξογκώσεις του εδάφους, δείχνουν πως ένα τμήμα των υλικών που συνθέτουν το πρανές έχει υποστεί ήδη παραμορφώσεις ή και μικρές τοπικές θραύσεις εφελκυσμού.

Αν αυτές οι παραμορφώσεις ή οι ρωγμές επεκτείνονται ή διευρύνονται, αυτό δείχνει ότι οι τάσεις που τις προκαλούν συνεχίζουν να εξασκούνται στη μάζα και επομένως είναι φυσικό αργά ή γρήγορα, ανάλογα με την ταχύτητα εξέλιξης του φαινομένου, να ξεπεραστεί η διατμητική αντοχή της μάζας και να επέλθει κατολίσθησή της.

Από αυτό φαίνεται ότι έχει μεγάλο ενδιαφέρον η παρακολούθηση της εξέλιξης των οποιοδήποτε παραμορφώσεων μιας μάζας και η καταγραφή της ταχύτητας μεταβολής. Για τον σκοπό αυτό έχουν επινοηθεί διάφοροι τρόποι. Για παράδειγμα για να διαπιστωθεί αν μια ρωγμή μεγαλώνει, συγκολλάτε στερεά κάθετα προς αυτή, γεφυρώνοντας το άνοιγμά της ένα πλακίδιο από γυαλί. Μόλις σημειωθεί μετακίνηση το γυαλί αυτό σπάει, Το ίδιο μπορεί να γίνει με γύψο ή άλλο εύθραυστο υλικό αντί γυαλί.

Επίσης μια μετακίνηση μπορεί να διαπιστωθεί εκ του συσχετισμού της υψομετρικά και οριζοντιογραφικά προσδιορισμένης θέσης ενός μάρτυρα, σταθερά στερεωμένου στη μάζα που θέλουμε να ελέγξουμε, με ένα ή περισσότερα σταθερά σημεία που έχουν επιλεγεί έξω από

την μετακινούμενη μάζα. Αν ο μάρτυρας αυτός τοποθετηθεί σε ευθυγραμμία π.χ. με δύο σταθερά σημεία, η μετακίνησή του είναι εύκολο να διαπιστωθεί και να μετρηθεί.

Σε μια περίπτωση στη Σουηδία για ένα μεγάλο πρανές μιας σιδηροδρομικής γραμμής στο οποίο συχνά εκδηλωνόταν κατολισθήσεις, προκειμένου να μη διακοπεί η συγκοινωνία αλλά να είναι ασφαλής η διακίνηση, εγκατέστησαν την εξής διάταξη συναγερμού. Μέσα σε ένα ελαστικό σωλήνα προωθημένο μέχρι και κάτω από την επιφάνεια ολισθήσεως, δια μέσου μιας τρύπας γεώτρησης, τοποθέτησαν μια μεταλλική εύκαμπτη ράβδο η οποία πακτώθηκε στερεά στο κάτω μέρος. Η παραμικρή μετακίνηση παράλληλα προς την επιφάνεια ολίσθησης, ακόμη και αν δεν γίνεται αισθητή στην επιφάνεια, προκαλεί κάμψη της μεταλλικής ράβδου, αποτέλεσμα της οποίας είναι το κλείσιμο ενός κυκλώματος που θέτει σε εφαρμογή ένα σύστημα συναγερμού.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν σε χρήση αρκετές άλλες διατάξεις, μερικές μάλιστα από τις οποίες έχουν την δυνατότητα να μετρούν ξεχωριστά τις οριζόντιες και τις κατακόρυφες κινήσεις και ότι τα παραπάνω αποτελούν απλώς μερικά παραδείγματα που θα μπορούσαν να βοηθήσουν τη σκέψη στην επινόηση της κατάλληλης για κάθε περίπτωση διατάξεως ελέγχου.

Στις πρόδρομες ενδείξεις περιλαμβάνονται ακόμη οι πτώσεις βραχωδών όγκων, που μερικές φορές προαναγγέλλουν κατολισθήσεις τύπου κατακρημνίσεως, οι εσωτερικοί θόρυβοι και οι κραδασμοί.

9. Μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης των κατολισθήσεων.

Όλα τα προφυλακτικά μέτρα που μπορούν να παρθούν για να αποφευχθεί μια κατολίσθηση αποτελούν τα μέτρα πρόληψης, ενώ οι παρεμβάσεις που γίνονται για να σταματήσει μια κατολίσθηση ή να εμποδιστεί η αναζωπύρωση της συνιστούν τα μέτρα αποκατάστασης των κατολισθήσεων.

Στις προφυλάξεις περιλαμβάνονται όλα τα μέτρα που παίρνονται ώστε αφενός μεν να μην αυξηθεί το βάρος ή να ελαττωθεί εάν είναι υπερβολικό, αφ' ετέρου δε, να εμποδιστεί η διήθηση νερών ή αν υπάρχουν να γίνει αποστράγγισή τους.

Η εκλογή του ή των κατάλληλων μέτρων παρέμβασης για κάθε περίπτωση θα γίνει σωστά μόνο μετά από πλήρη γνώση των γεωλογικών και υδρογεωλογικών ιδιομορφιών της περιοχής, των αιτιών και των αφορμών που μπορούν να προκαλέσουν μια κατολίσθηση, καθώς και των διαστάσεων της ασταθούς μάζας. Έτσι για παράδειγμα:

- Αν έντονες βροχοπτώσεις ανεβάσουν την πιεζομετρική επιφάνεια πίσω από ένα πρανές ή καταστρέψουν τη συνοχή των υλικών εξ αιτίας της εξαφανίσεως των επιφανειακών τάσεων, θα πρέπει να γίνει επένδυση του πρανού με ένα στεγανό κάλυμμα.
- Αν ο παγετός έχει σαν συνέπεια τη χαλάρωση του εδάφους, θα πρέπει να κατασκευαστεί ένα δίκτυο καλής αποστράγγισης των υλικών του επιφανειακού μανδύα από τα υπόγεια νερά.

- Αν μια άργιλος είναι δυνατό να υποστεί βαθιές σχισμές λόγω συρρίκνωσης, το πρανές θα πρέπει να καλυφθεί από γκαζόν ή από ένα παχύ στρώμα άμμου.
- Αν υπάρχει άμμος που κινδυνεύει να ρεύσει θα πρέπει να συμπυκνωθεί.
- Αν μια γρήγορη αποστράγγιση οδηγεί σε υπόγεια διάβρωση, πρέπει το κάτω τμήμα του πρανούς να καλυφθεί με ανεστραμμένο φίλτρο, ή να κατασκευαστούν στραγγιστήρια, τα οποία θα οδηγήσουν στη μετατόπιση της πιεζομετρικής επιφάνειας προς το εσωτερικό του πρανούς.
- Αν υδροπερατά πετρώματα, τα οποία βρίσκονται βαθύτερα από την βάση του πρανούς, υπάρχει περίπτωση να τροφοδοτηθούν από κάποιο υδροφόρο στρώμα, πρέπει να κατασκευαστούν βαθειά στραγγιστήρια για να μη τεθούν τα πετρώματα αυτά υπό πίεση.

Για την μελέτη των γεωλογικών και υδρογεωλογικών συνθηκών και ιδιομορφιών, χρειάζεται λεπτομερής γεωλογική και εδαφοτεχνική διερεύνηση, για την εκπόνηση της οποίας απαιτούνται:

- Τοπογραφικός χάρτης
- Γεωλογικός χάρτης
- Γεωλογικές τομές κατά τον άξονα της κατολίσθησης, καθώς και εγκάρσιες.
- Ερευνητικές δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, με σκοπό τον προσδιορισμό της θέσης της επιφάνειας ολίσθησης, στη μελέτη των ιδιοτήτων των υλικών, καθώς και στη διερεύνηση των υδρογεωλογικών συνθηκών.

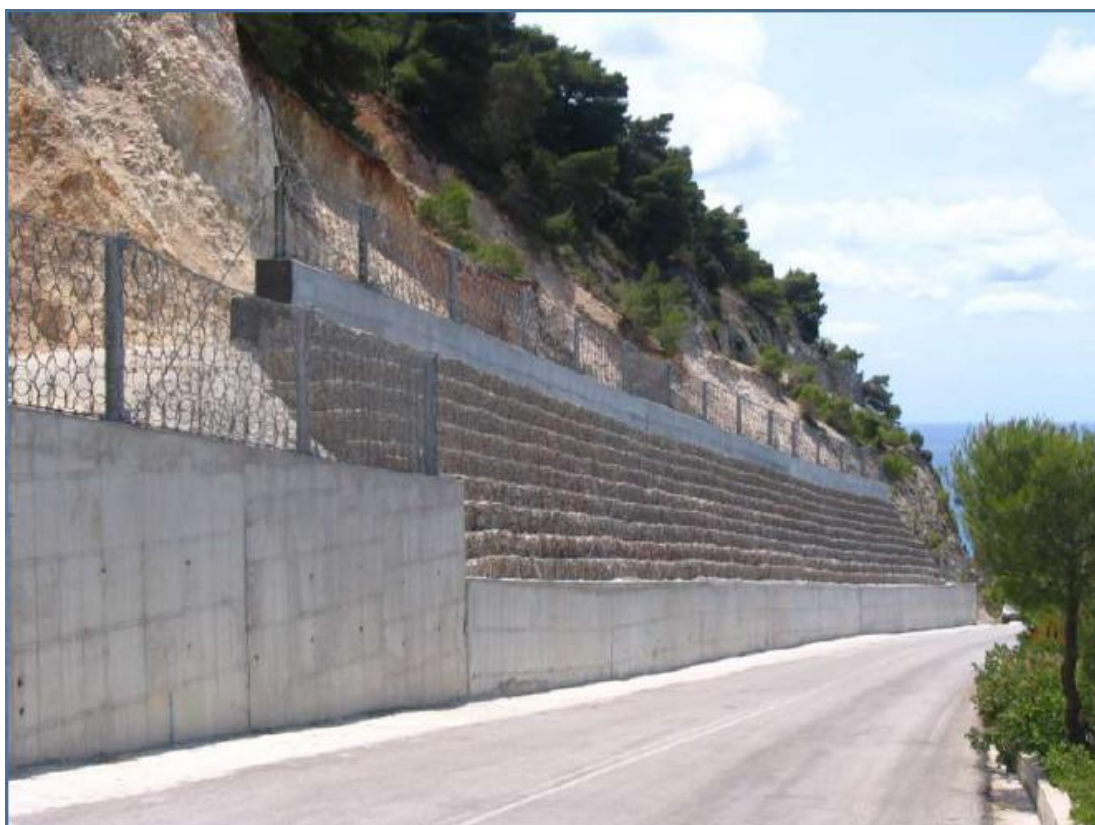
- Πιθανώς γεωφυσική μελέτη, για τον προσδιορισμό του βάθους και της μορφολογίας του υποβάθρου πάνω στο οποίο έχει γίνει η κατολίσθηση.
- Διερεύνηση και εντοπισμός περιοχών διηθήσεων νερού μέσα στην επικίνδυνη μάζα.
- Μετρήσεις μέσα στις γεωτρήσεις της ταχύτητας μετακίνησης της μάζας στα διάφορα βάθη.
- Εργαστηριακή έρευνα επί των πυρήνων των γεωτρήσεων για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων των υλικών.

Ανάλογα με τα χαρακτηριστικά που έχει μια κατολίσθηση, μπορούν να ληφθούν τα κάτωθι μέτρα αποκατάστασης:

- Τοποθέτηση γαιωδών υλικών στη βάση της ολισθαίνουσας μάζας ή αφαίρεση υλικών από την κεφαλή της κατολίσθησης.
- Διαμόρφωση της επιφάνειας του πρανούς, συνήθως σε αναβαθμούς. Πρόκειται για ευρέως διαδεδομένο μέτρο, το ποίο όμως πρέπει να συνοδεύεται και από άλλα (π.χ. συλλεκτήριες τάφροι όμβριων υδάτων), ενώ η έκταση και γενικά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των αναβαθμίδων ποικίλουν κατά περίπτωση.
- Χρήση επιφανειακών στραγγιστηρίων παράλληλα με το φρύδι του πρανούς, είτε πάνω στην ολισθαίνουσα μάζα προκειμένου να επιτευχθεί η συλλογή και η απομάκρυνση όλων των επιφανειακών υδάτων που ρέουν μέσα στην ολισθαίνουσα περιοχή.
- Διάνοιξη μέσα στην ολισθαίνουσα μάζα συστημάτων κύριων και δευτερευουσών αποστραγγιστικών στοών για τη συλλογή

των υπόγειων υδάτων με στόχο την ελάττωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα.

- Τσιμεντενέσεις. Με την εισπίεση τσιμέντου ή άλλων συναφών μιγμάτων γίνεται προσπάθεια αύξησης της διατμητικής αντοχής των μαζών.
- Εκτόξευση σκυροδέματος. Το μέτρο αυτό λαμβάνεται σε απότομα βραχώδη πρανή και πρέπει να έχει προηγηθεί μερική αποχωμάτωση της επιφάνειας, ενώ συνοδεύεται και από κατάλληλο δίκτυο αποστραγγιστικών σωλήνων.
- Φυτοκάλυψη του πρανούς με ταυτόχρονη χρήση γεωπλέγματος.
- Κατασκευή τοίχου βαρύτητας στη βάση του πρανούς. Οι τοίχοι βαρύτητας συνεισφέρουν μόνο με το βάρος τους στη συγκράτηση της ολισθαίνουσας μάζας (αντίσταση στην ολίσθηση). Στην περίπτωση που ο τοίχος αντιστήριξης εδράζεται πάνω σε πασσάλους, τότε και αυτοί μπορούν να παραλάβουν οριζόντια φορτία και προστατεύουν το πρανές από πιθανές επιφάνειες ολίσθησης που αναπτύσσονται σε μεγαλύτερα βάθη.
- Κατασκευή τοίχου αντιστήριξης στη βάση του πρανούς με ταυτόχρονη χρήση αγκυρίων.
- Τα σκέπαστρα κατασκευάζονται κατά μήκος συγκοινωνιακών αξόνων, σε περιπτώσεις όπου δεν μπορεί να αποδώσει άλλο μέτρο προστασίας. Γενικά αποφεύγονται λόγω του ιδιαίτερα υψηλού κόστους.
- Διαμόρφωση της επιφάνειας του πρανούς, συνήθως σε αναβαθμούς. Πρόκειται για ευρέως διαδεδομένο μέτρο, το

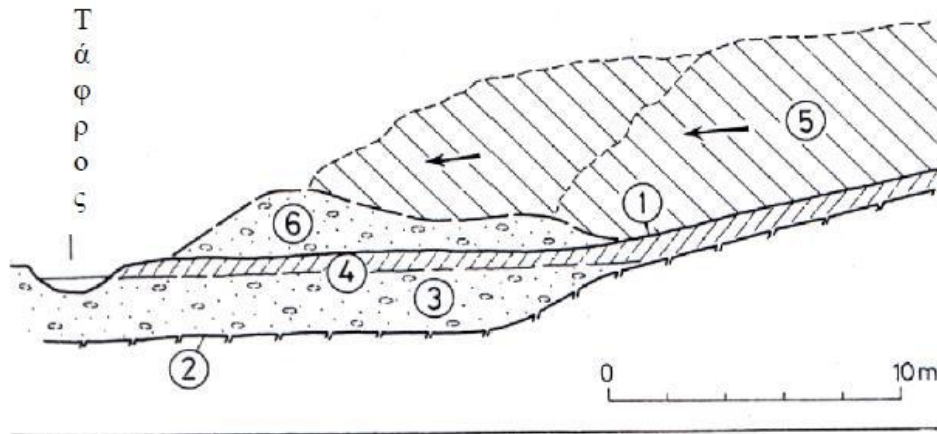


Σχήμα 5. Τοίχος αντιστήριξης στη βάση πρανούς.



Σχήμα 6. Δημιουργία αναβαθμίδων σε ασταθή κορεσμένα ορύγματα φλύσχη, στη θέση Αγ. Αναστασία στην Εθνική οδό.

οποίο όμως πρέπει να συνοδεύεται και από άλλα, όπως για παράδειγμα συλλεκτήριες τάφροι. Ανάλογα πάντα με την περίπτωση διαφέρει η έκταση του καθώς και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του.



Σχήμα 7. Σχηματική τομή ολισθαίνοντος πρανούς με την προσθήκη χωματισμών και αποστράγγισης 1) αρχική επιφάνεια εδάφους, 2)βραχώδες υπόβαθρο, 3)άμμοι και χαλίκια, 4)εδαφικός μανδύας, 5)βάση κατολίσθησης, 6)επίχωμα από διαπερατά υλικά.

10. Κατολισθήσεις στην Ελλάδα.

Ο Ελληνικός χώρος χαρακτηρίζεται από έντονη γεωμορφολογική και γεωλογική πολυμορφία. Μόνο κατά μήκος του οδικού δικτύου τα τελευταία πενήντα χρόνια έχουν γίνει πάνω από 500 κατολισθήσεις. Κυρίως οι αιτίες κατολισθήσεων στην Ελλάδα έχουν ως αιτία:

- Μεγάλες μορφολογικές κλίσεις
- Η έντονη τεκτονική παραμόρφωση.
- Τα μικρά μεγέθη των γεωτεχνικών παραμέτρων και γεωλογικών σχηματισμών.
- Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις, οι οποίες συχνά γίνονται αλόγιστα και χωρίς μελέτη ή προγραμματισμό και οδηγούν στην αποψίλωση δασών, στην άστοχη διαμόρφωση πρανών ή στην αφαίρεση της υποστήριξης των πρανών, στην υπεράντληση των υδροφόρων οριζόντων κ.α.

Οι πιο χαρακτηριστικές περιπτώσεις κατολισθήσεων κατά μήκος του εθνικού οδικού δικτύου είναι αυτή της Ε.Ο Αθηνών – Λαμίας στη Μαλακάσσα, της Ε.Ο Κορίνθου Πατρών στην θέση Παναγοπούλα και στα Τέμπη (με ανθρώπινο θύμα). Σε όλες τις περιπτώσεις χρειάστηκε μεγάλο οικονομικό κόστος για να γίνει επέμβαση και να αποκατασταθεί η συγκοινωνία.

Συχνό είναι επίσης το φαινόμενο κατολισθήσεων, μικρών ή μεγάλων και σε ορυχεία. Τελευταία χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι η κατολίσθηση που έγινε στο ορυχείο της Δ.Ε.Η στην

Μεγαλόπολη, τον Σεπτέμβριο του 2013, όπου το ρήγμα είχε μήκος 600μέτρα και ευτυχώς σημειώθηκαν μόνο υλικές ζημιές. Άλλη μεγάλη κατολίσθηση σημειώθηκε τον Ιανουάριο του 2014 στο ορυχείο της Μαυροπηγής (Κοζάνη), όπου η μάζα της κατολίσθησης ξεπέρασε τις 400.000 τόνους χώματος.

B. ΟΡΥΧΕΙΟ ΑΧΛΑΔΑΣ

1. Εργασίες που γίνονται στο ορυχείο Αχλάδας.

Το ορυχείο Αχλάδας βρίσκεται στο νομό Φλώρινας ,15 περίπου χιλιόμετρα και ΒΑ από την πόλη της Φλώρινας. Οι εργασίες που γίνονται έχουν ως στόχο την εξόρυξη λιγνίτη και την μεταφορά του στον ΑΗΣ Μελίτης που ανήκει στην Δ.Ε.Η για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το Δημόσιο Λιγνιτωρυχείο Αχλάδας , αποτελείται από δυο παραχωρήσεις συνολικής έκτασης 19.500 στρεμμάτων και έχουν παραχωρηθεί από το Ελληνικό Δημόσιο για εκμετάλλευση λιγνίτη στην εταιρεία ΛΙΓΝΙΤΩΡΥΧΕΙΑ ΑΧΛΑΔΑΣ Α.Ε.

Οι πρώτες εργασίες στο ορυχείο χρονολογούνται το 1947. Τα τελευταία πάντως χρόνια γίνεται συστηματική εκμετάλλευση. Το ορυχείο χωρίζεται σε δυο τμήματα: την Αχλάδα (Βόρειος τομέας) όπου οι εργασίες σταμάτησαν το 2010 και το Γιουρούκι (Νότιος τομέας) όπου οι εργασίες ξεκίνησαν το 2009. Στην παρούσα εργασία ο χώρος που μας ενδιαφέρει έχει έκταση 4.988.745 m και είναι ο νότιος τομέας.

Ο λιγνίτης είναι ένα ορυκτό στερεό καύσιμο το οποίο δημιουργήθηκε σε βάθος μέσα στη γη ύστερα από μακροχρόνιες διαδικασίες που έδρασαν σε υπολείμματα φυτών. Οι λιγνιτικές λεκάνες αποτελούσαν αβαθείς λίμνες και έλη όπου αναπτυσσόταν πλούσια βλάστηση. Με την πάροδο του χρόνου μεγάλες ποσότητες φυτικού υλικού, υπό την πίεση γαιωδών υλικών και με την επίδραση μικροοργανισμών, μετατράπηκαν σταδιακά σε λιγνίτη.

Όσο αναφορά την εκμετάλλευση αυτή γίνεται ως εξής: Αρχικά έχουν γίνει γεωτρήσεις οι οποίες επιβεβαιώνουν την ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου

λιγνίτη. Όταν λέμε εκμεταλλεύσιμο, εννοούμε ι) ότι η σχέση εκμετάλλευσης, δηλαδή ο λόγος των χωμάτων που θα διακινηθούν προς τον λιγνίτη που θα εξορυχτεί, συμφέρει οικονομικά. Στο νότιο τμήμα της Αχλάδας η σχέση εκμετάλλευσης είναι 7/1. Δηλαδή για να εξορυχτεί ένας τόνος λιγνίτη θα πρέπει να διακινηθούν 7 κυβικά υπερκειμένων ιζημάτων. Από τους υπολογισμούς που έχουν γίνει προκύπτει ότι τα έσοδα από την πώληση λιγνίτη θα είναι περισσότερα από το κόστος εξόρυξης του. ιι) τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του λιγνίτη. Η μέση θερμιδογόνος δύναμη που απαιτείται από την ΔΕΗ είναι 1700 Kcal/Kg. Αφού έχουν γίνει οι γεωτρήσεις και υπάρχει εκμεταλλεύσιμος λιγνίτη, γίνεται ο σχεδιασμός της αποκάλυψης, του χώρου εργασίας, σε τοπογραφικό χάρτη. Συνήθως η κάθε αποκάλυψη έχει έκταση 40 στρεμμάτων. Στην συνέχεια ο τοπογράφος, αποτυπώνει στο ανάγλυφο αυτή την έκταση και στην συνέχεια ξεκινούν τις εργασίες τα χωματουργικά μηχανήματα.

Η μέθοδος εκμετάλλευσης που χρησιμοποιείται είναι η μέθοδος των διαδοχικών βαθμίδων και γίνεται με μηχανικά μέσα, χωρίς την χρήση εκρηκτικών υλών. Χρησιμοποιούνται ερπυστριοφόροι εκσκαφείς (περίπου 15, με ισχύς σε ίππους από 250 έως 500). Ο ερπυστριοφόρος εκσκαφέας κατά την εξόρυξη κινείται στο δάπεδο της βαθμίδας εξόρυξης και εξορύσσει το υλικό κατά στρώσεις και το φορτώνει σε φορτηγά. Το υλικό συσσωρεύεται στο δάπεδο της ίδιας εξόρυξης, σχηματίζοντας σωρούς με κλίση πρανούς μικρότερη των 34° . Με την απόληψη του εξορυγμένου υλικού από τους σωρούς και μετά το καθάρισμα του δαπέδου η κλίση του μετώπου του συμπαγούς σχηματισμού θα φτάνει έως τις 76° . Το ύψος των βαθμίδων εξόρυξης θα είναι αρχικά 4 μέτρα και στην τελική τους μορφή το ύψος μετώπου φτάνει τα 8 μέτρα. Τα φορτηγά που φορτώνεται το υλικό το μεταφέρουν σε χώρους απόθεσης.

Οι χώροι αποθέσεων είναι εκτάσεις που δεν έχουν λιγνίτη (έχουν γίνει γεωτρήσεις) ή χώροι που έχει γίνει εξόρυξη λιγνίτη και τα κενά που δημιουργήθηκαν, καλύπτονται με αυτά τα υλικά. Τα υλικά των αποθέσεων αποτελούνται από τα υπερκείμενα και τα ενδιάμεσα στρώματα του κοιτάσματος και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Κίτρινες (πλούσιες σε Na_2O , K_2O), οι οποίες υπέρκεινται των λιγνιτικών στοιβάδων
- Πράσινες μάργες και άμμους που βρίσκονται ενδιάμεσα των λιγνιτικών στοιβάδων.

Με τον ίδιο τρόπο (δηλαδή χρήση ερπυστριοφόρων εκσκαφών και φορτηγών) γίνεται και η εξόρυξη λιγνίτη. Τα φορτηγά μεταφέρουν τον εξορυσσόμενο λιγνίτη στο συγκρότημα θραύσης. Αδειάζουν το περιεχόμενο τους στον τροφοδότη, το υλικό περνάει από τον σπαστήρα γίνεται η θραύση του και ανάλογα με την κοκομετρία του οδηγείται με μεταφορικές ταινίες σε τρεις σωρούς (πολύ ψιλό υλικό ή αλλιώς υλικό προδιαλογέα, υλικό κεντρικής ταινίας και υλικό τριβείου που είναι και το καλύτερο ποιοτικά). Στην συνέχεια το υλικό φορτώνεται με ελαστικοφόρους φορτωτές από τους σωρούς που έχουν δημιουργηθεί σε επικαθίμενα φορτηγά, τα οποία μεταφέρουν το τελικό προϊόν στον Ατμοηλεκτρικό Σταθμό Μελίτης (η απόσταση είναι περίπου 10 χιλιόμετρα) όπου και θα γίνει η καύση του για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Για κάθε ορυχείο που λειτουργεί νόμιμα, πρέπει να υπάρχει εγκεκριμένη τεχνική μελέτη, να έχει γίνει μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και να έχουν εγκριθεί από τα αντίστοιχα υπουργεία οι περιβαλλοντικοί όροι. Η τεχνική μελέτη είναι σύμφωνη με τον Μεταλλευτικό Κανονισμό και ανάλογα με τις συνθήκες που υπάρχουν σε κάθε ορυχείο, καθορίζονται κάποιες βασικές αρχές που θα πρέπει να

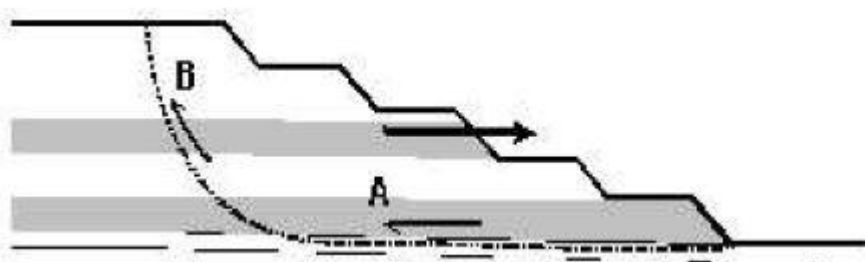
τηρούνται για την άρτια λειτουργία του. Συγκεκριμένα για το ορυχείο Αχλάδας η Τεχνική μελέτη προβλέπει για την αποφυγή κινδύνου κατολισθήσεων των υλικών τα κάτωθι:

- Το μέγιστο ύψος των μετώπων στο ορυχείο στην τελική διαμόρφωση του χώρου να είναι το πολύ 8 μέτρα, ενώ το ελάχιστο πλάτος των βαθμίδων θα πρέπει να είναι 20 μέτρα όταν κυκλοφορούν οχήματα ή μέχρι 8 μέτρα όταν δεν υπάρχει κίνηση και 14 μέτρα κάθε τρίτη βαθμίδα.
- Η γωνία του τελικού μετώπου κατά το στάδιο της εξόρυξης θα είναι 76° ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Τα μέτωπα όμως των τελικών πρανών θα έχουν κλίση τέτοια που να εξασφαλίζεται κλίση τελικού πρανούς (νοητής γραμμής τελικού πρανούς) 34° περίπου, *ώστε να υπάρχει με την κλίση αυτή ευστάθεια πρανών των μετώπων, τόσο κατά τη διάρκεια των εργασιών εκμετάλλευσης, όσο και μετά το τέλος των εργασιών.*

2. Προβλήματα κατολισθήσεων σε ορυχεία.

Στα ορυχεία, λόγω του ότι γίνεται παρέμβαση στο ανάγλυφο της εκάστοτε περιοχής με μηχανικά μέσα, είναι πιθανό να προκληθούν φαινόμενα κατολισθήσεων. Ακριβώς δε επειδή γίνονται εργασίες σε διάφορες βαθμίδες και υπάρχουν αρκετοί άνθρωποι οι οποίοι εργάζονται, θα πρέπει κατά τον σχεδιασμό των εκάστοτε αποκαλύψεων να λαμβάνονται όλα τα μέτρα για την αποφυγή κατολισθήσεων, ή όταν κάτι τέτοιο είναι αδύνατο, τουλάχιστο να μην υπάρχουν εργαζόμενοι στα σημεία εκδήλωσης του φαινομένου.

Ο τύπος των κατολισθήσεων που εμφανίζεται κυρίως στα λιγνιτωρυχεία είναι σύνθετος και συνίσταται από ένα επίπεδο, σχεδόν οριζόντιο τμήμα και ένα καμπύλο κοντά στην κορυφή του πρηνούς.



Σχήμα 8. Τύπος κατολίσθησης και ανάπτυξη της επιφάνειας ολίσθησης.

A: σχεδόν οριζόντιο τμήμα

B: καμπύλο τμήμα κοντά στην κορυφή του πρηνούς.

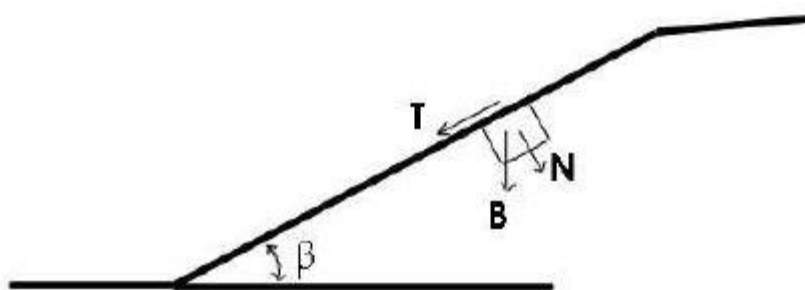
Οι οριζόντιες επιφάνειες ολίσθησης αναπτύσσονται σε στρώματα με αργιλικά υλικά υψηλής πλαστικότητας, τα οποία παρεμβάλλονται συνήθως σε άλλα επίσης μη υδατοπερατά στρώματα. Σε αυτή την περίπτωση ο υδροφόρος ορίζοντας δεν επηρεάζει την πίεση του νερού των πόρων στην επιφάνεια ολίσθησης, της οποίας η διατμητική αντοχή ελέγχει την κατολίσθηση.

Όταν στην επίπεδη επιφάνεια ολίσθησης η διατμητική αντοχή είναι ιδιαίτερος χαμηλή, ταυτίζεται με την παραμένουσα και ξεκινά μια διαδικασία προοδευτικής αστοχίας.

Στο σχήμα 9 περιγράφονται οι δυνάμεις που εμπλέκονται στην ευστάθεια ενός πρανούς εδαφικού υλικού, με χαρακτηριστικά $c - \phi$. Υποθέτουμε ότι το πρανές έχει κλίση β , που αποτελείται από ομοιόμορφο στεγνό εδαφικό σχηματισμό ($c=0$) και θεωρούμε ένα στοιχείο του σχηματισμού αυτού με βάρος B .

Όπου c : η συνοχή για ενεργές τάσεις

ϕ : γωνία διατμητικής αντοχής για ενεργές τάσεις



Σχήμα 9. Δυνάμεις που μπλέκονται στην ευστάθεια πρανούς εδαφικού υλικού με χαρακτηριστικά $C-\phi$.

Για οριακή ευστάθεια πρανών θα πρέπει οι δυνάμεις που οδηγούν σε αστοχία (F_d) να είναι ίσες με τις δυνάμεις που αντιστέκονται στην ολίσθηση (F_r). Στην προκειμένη περίπτωση ο λόγος των δύο αυτών δυνάμεων F_r / F_d θα πρέπει να είναι ίσος με την μονάδα. Ο λόγος αυτός λέγεται συντελεστής ασφάλειας F .

Από το σχήμα διαπιστώνεται ότι οι δυνάμεις που οδηγούν σε ατοχία, είναι οι δυνάμεις T , που είναι ίσες με $B \cdot \eta\mu\beta$. Οι δυνάμεις που αντιστέκονται στην ολίσθηση είναι $N \cdot \sigma\upsilon\nu\beta$ και φ είναι η γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους. Για πρανή όπου απαιτείται αυξημένη ευστάθεια ισχύει η σχέση : $F_d = F_r / F$.

Σε περίπτωση που έχουμε οριακή ισορροπία, ισχύει ότι $F = 1$ ή $1 = \epsilon\varphi\varphi / \epsilon\varphi\beta$ και επομένως $\varphi = \beta$. Παρατηρείται δηλαδή ότι στην περίπτωση που έχουμε οριακή ισορροπία η γωνία κλίσης του πρανούς είναι ίση με τη γωνία εσωτερικής τριβής υλικού.

3.Μελέτη του ορυχείου Αχλάδας.

Στην παρούσα ενότητα της εργασίας, θα αναφερθούμε σε μια παλαιότερη κατολίσθηση που έγινε στο ορυχείο της Αχλάδας. Κάτι τέτοιο είναι σημαντικό για την καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς των χωμάτων. Στην συνέχεια θα μελετήσουμε όλους εκείνους τους παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν μια κατολίσθηση εξετάζοντας τα εξής:

1. Γεωλογία της ευρύτερης περιοχής.
2. Κοιτασματολογία της περιοχής.
3. Από στοιχεία γεωτρήσεων που έχουν γίνει στην περιοχή, κάνουμε τις εδαφοτεχνικές τομές των γεωτρήσεων, καθώς και γεωλογικές τομές για την καλύτερη κατανόηση των γεωλογικών σχηματισμών που υπάρχουν στην περιοχή.
4. Σεισμολογικά δεδομένα.
5. Υδρογεωλογικά στοιχεία.

Κανονικά για να υπάρχει ολοκληρωμένη γεωτεχνική έρευνα θα έπρεπε στην υπό μελέτη περιοχή να γινόταν μία ή δυο γεωτρήσεις και οι πυρήνες των γεωτρήσεων να στέλνονταν σε κάποιο εργαστήριο, όπου και θα γινόταν προσδιορισμός των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών κάθε στρώσης με την διεξαγωγή κατάλληλων εργαστηριακών δοκιμών εδαφομηχανικής. Επειδή κάτι τέτοιο θα είχε μεγάλο κόστος για την εταιρεία, επικεντρωνόμαστε στα υπόλοιπα στοιχεία που έχουμε στην διάθεσή μας τα οποία είναι αρκετά για να εξάγουμε κάποια

συμπεράσματα για την πιθανότητα εκδήλωσης κατολίσθησης αλλά και των μέτρων που πρέπει να ληφθούν.

4. Παλαιότερη κατολίσθηση στο ορυχείο.

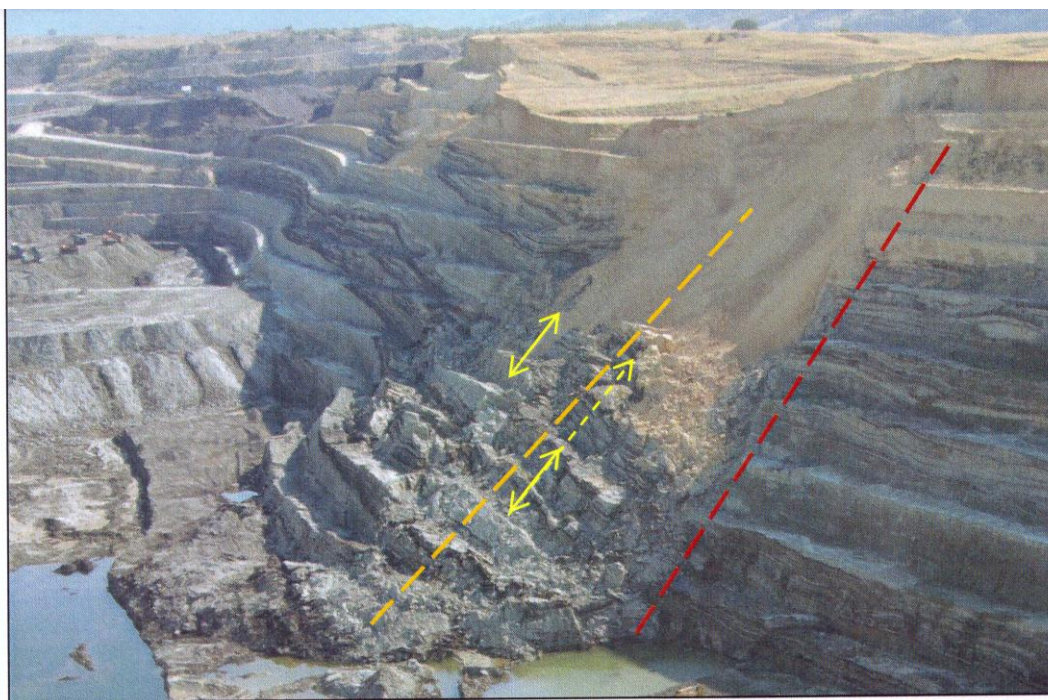
Τα προηγούμενα χρόνια στο ορυχείο Αχλάδας έχουν γίνει κατολισθήσεις μικρής έκτασης. Χαρακτηριστικότερο παράδειγμα είναι η κατολίσθηση που έγινε στο Βόρειο τμήμα (εκεί όπου τώρα δεν γίνεται καμιά εργασία) τον Αύγουστο του 2011. Για την αντιμετώπιση της κατολίσθησης, συντάχθηκε ειδική μελέτη. Πριν την κατολίσθηση υπήρχαν (όπως σχεδόν πάντα) ενδείξεις. Οι πρώτες ενδείξεις φάνηκαν το πρώτο τρίμηνο του 2011 όταν και άρχισαν οι εξορυκτικές διαδικασίες στην περιοχή. Καθώς γινόταν αφαίρεση υλικού από τι πόδι, άρχισαν να εμφανίζονται διαρρήξεις στο νότιο τμήμα της κατολίσθησης. Διαρρήξεις εμφανίστηκαν και ανατολικά της κατολίσθησης, με αποτέλεσμα αυτές οι διαρρήξεις να ενωθούν και να δημιουργήσουν ένα τόξο με κορυφή πίσω από τη στέψη του μετώπου εξόρυξης. Δυτικά της κατολίσθησης εμφανίστηκε κάμψη των αναβαθμών εργασίας και μετακίνησης προς βορρά. Η κάμψη αυτή των αναβαθμών σχετίζεται με απώλεια συνοχής και χαλάρωσης του υλικού με αποτέλεσμα την επικράτηση των βαρυτικών δυνάμεων και ολίσθηση του συγκεκριμένου όγκου υλικού, προς την ελεύθερη επιφάνεια.

Σύμφωνα με την μελέτη που έγινε, ο κύριος λόγος για την απώλεια συνοχής στην περιοχή ήταν η ροή των επιφανειακών και υπογείων υδάτων κατά μήκος ενός ρήγματος. Η απώλεια συνοχής επηρέασε μια περιοχή αρκετών μέτρων εσωτερικά του μετώπου εξόρυξης και δημιούργησε φαινόμενα αποσάθρωσης και διάβρωσης των σχηματισμών,

ταυτόχρονα με την αφαίρεση υλικού από το πόδι το οποίο λειτουργούσε παλιότερα ως αντίβαρο ή φρένο εμποδίζοντας οποιαδήποτε ολίσθηση υλικού.

Οι σχηματισμοί του υπόβαθρου αποτελούνται από μέτρια συνεκτικούς σχηματισμούς, οι οποίοι συνίστανται στο μεγαλύτερο μέρος τους από υλικό του κλάσματος ιλύος-αργίλου και χαρακτηρίζονται από θετική αντίδραση στη διάβρωση και αποσάθρωση. Οι σχηματισμοί αυτοί παρουσιάζονται επιδεκτικοί στις μεταβολές των κλιματολογικών παραμέτρων και ειδικά στη μεταβολή των φάσεων του νερού λόγω της ικανότητας προσρόφησης μορίων νερού στο πλέγμα τους με ταυτόχρονη αλλαγή του όγκου τους, οπότε και παρατηρείται χαλάρωση των δυνάμεων συνοχής του υλικού λόγω αυξομείωσης των τάσεων εντός του πορώδους που παρατηρείται μεταξύ των κόκκων.

Η αποκόλληση αυτού του τμήματος προκάλεσε διατάραξη των δυνάμεων συνοχής και στο υπόλοιπο πρηνές δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες κίνησης του κεντρικού και ανατολικού τμήματος του πρηνούς και τελικά παράσυρση τους ΒΔ. Η κατολίσθηση αυτή έγινε τον Αύγουστο του 2011 με την ολίσθηση συνολικά του μετώπου εξόρυξης και την δημιουργία της κατάστασης όπως είναι σήμερα (όπως φαίνεται και στην παρακάτω φωτογραφία).



Εικόνα 10. Φωτογραφία της κατολίσθησης, όπου εμφανίζεται η κεντρική διάκλαση (πορτοκαλί γραμμή), το ρήγμα (κόκκινη διακεκομμένη γραμμή) και μετατοπίσεις στρωμάτων (κίτρινα βέλη)

5. Γεωλογικά στοιχεία της περιοχής.

Η ευρύτερη περιοχή της Αχλάδας ανήκει στην γεωτεκτονική *Πελαγονική ζώνη*. Η ζώνη αυτή έχει τη διεύθυνση του Δεινοταυρικού τόξου και εκτείνεται από τα Ελληνογιουγκοσλαβικά σύνορα μέχρι τη Βόρεια Εύβοια και από εκεί μέσω της Αττικοκυκλαδικής και Λυδοκαρικής μάζας εισέρχεται στη Μικρά Ασία, όπου ονομάζεται Μεντερές.

Το προαλπικό υπόβαθρο αυτής της ζώνης λειτούργησε κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού ως υποθαλάσσια ράχη. Εγκάρσια προς τη διεύθυνση της ράχης αυτής υπήρχαν χαμηλές περιοχές, οι οποίες ως πορθμοί – διάδρομοι εξασφάλιζαν την επικοινωνία μεταξύ των δύο αυλάκων της ράχης, δηλαδή της ζώνης Ανατολικής Ελλάδας προς Δυσμάς και εκείνης του Αξιού προς Ανατολάς. Τα ιζήματα των πορθμών αυτών διακόπτουν σε διάφορες περιοχές της σημερινής επιφάνειας, τη συνέχεια των εμφανίσεων του προαλπικού υπόβαθρου. Το προαλπικό αυτό υπόβαθρο αποτελείται από μη καθορισμένης ηλικίας μεταμορφωμένα πετρώματα άλλα αρχαιότερα της νεοπαλαιοζωικής, δεδομένου ότι για τους επικείμενους ημιμεταμορφωμένους φυλλιτικούς ορίζοντες διαπιστώθηκε λιθανθρακοπέρμιος ηλικία (Άσκιον, Καμβούνια, Αντιχάσια στην Μακεδονία – Πτελεό. Στην Ανατολική Στερέα Ελλάδα – Γιάλτρα στην Βόρεια Εύβοια κλπ.). Το υπόβαθρο λοιπόν της Πελαγονικής ζώνης, με βάση την ηλικία των στρωμάτων που το αποτελούν, υπέστη τόσο τις Καληδονικές όσο και τις Ερκύνιες πτυχώσεις, ενώ κατά την Αλπική ορογένεση αντέδρασε ως ήδη στερεοποιημένο σύνολο.

Το μεσοζωικό επικάλυμμα αυτής της ζώνης, όπου διατηρείται, χαρακτηρίζεται από ιζήματα νηρητικής φάσεως. Η Αλπική

ιζηματογένεση αρχίζει κατά το Τριαδικό με ασβεστολίθους και συνεχίζεται κατά το Ιουράσιο με ενστρώσεις σχιστολίθων ή πυριτολίθων εντός των ασβεστολίθων. Μεταξύ των πετρωμάτων αυτών παρατηρούνται πλευρικές μεταβάσεις. Επίσης συναντώνται οφιολιθικές διεισδύσεις μεγάλης έκτασης συνδεόμενες μάλιστα με μεταλλοφορία (Βούρινο, Κεντρική Εύβοια).

Τα αλπικά ιζήματα της Πελαγονικής ζώνης δεν είναι πολύπτυχα συγκρινόμενα με τα σύγχρονα των παρακείμενων ζωνών. Αυτό οφείλεται στη σχετική στερεοποίηση του υποβάθρου κατά τις προγενέστερες της Αλπικής ορογένεσης. Ήταν λοιπόν φυσικό κατά την τελευταία ορογένεση να χαρακτηρίζεται από ακαμψία συνοδευόμενη από ολισθήσεις του μεσοζωικού καλύμματος επί του υποβάθρου του.

Η υπό εξέταση περιοχή άλλα και η ευρύτερη ονομαζόμενη λιγνιτοφόρος περιοχή Βεύης, αποτελεί τμήμα της μεγάλης κατακρημνισμένης τάφρου Κοζάνης – Πτολεμαίδας – Φλώρινας, η οποία σχηματίστηκε κατά το oligόκαινο (σαβική φάση ορογένεσης της Αλπικής πτύχωσης). Η περιοχή καλύπτεται Βόρεια και Κεντρικά, με κατεύθυνση ΝΔ – ΒΑ, από λιμναία ιζήματα (άργιλο, άμμο κλπ), τα οποία φιλοξενούν τον λιγνίτη, που νοτιότερα καλύπτεται από κροκαλοπαγή του τεταρτογενούς.

Η ηλικία των νεογενών αυτών ιζημάτων θεωρείται πλειοκαινική με κύριο χαρακτηριστικό την ανομοιογένεια ιζηματογένεσης και την πλευρική μετάβαση από τη μια πετρολογική όψη στην άλλη, μέσα στον ίδιο ορίζοντα,

Στην γεωλογική κατασκευή της περιοχής συμμετέχουν αποθέσεις, οι οποίες ανήκουν στις ανώτερες διαπλάσεις του καινοζωικού αιώνα, δηλαδή Τριτογενείς – Τεταρτογενείς. Του υποβάθρου επίκειται

ασύμφωνα σχηματισμός κροκαλοπαγών συνδεδεμένων χαλαρά μεταξύ τους με ερυθρό άργιλο. Ο δεύτερος σχηματισμός, ο οποίος επίκειται του προηγούμενου και υπόκειται της λιγνιτοφόρας στοιβάδας, συνίσταται κυρίως από αργίλους, άμμους τεφρές έως τεφροπράσινες, ενώ κατά θέσεις παρατηρούνται ενστρώσεις χαλικομιγών και ψηφιδομιγών άμμων , καθώς επίσης λεπτά στρώματα κροκαλοπαγών οριζόντων των οποίων οι κροκάλες συωίσταται από γενέσιους και χαλαζία.

Πάνω από αυτόν τον σχηματισμό βρίσκεται η λιγνιτοφόρος στοιβάδα, που περιλαμβάνει όλα τα ιζήματα μεταξύ του πρώτου και τελευταίου λιγνιτικού στρώματος. Συνίσταται από στρώματα ξυλώδους λιγνίτη (ξυλίτης), αργίλου – πολλές φορές ιλούχου με φυτικά λείψανα και φύλλα – καθώς επίσης και θραύσματα απολιθωμάτων. Παρεμβάλλονται επίσης στρώματα άμμου, λεπτόκοκκου και μεσόκοκκου πολλές φορές αργιλούχου. Το πάχος της λιγνιτοφόρας στοιβάδας κυμαίνεται ευρύτατα από θέση σε θέση, με μεγαλύτερο διαπιστωμένο βάθος τα 55 μέτρα περίπου.

Υπερκείμενο της λιγνιτοφόρου στοιβάδας είναι αμμούχος σχηματισμός σε εναλλαγή με άργιλο χρώματος ερυθρο – κίτρινου με χαλίκια και ψηφίδες κατά θέσεις. Στους προηγούμενους σχηματισμούς επικάθεται ένα σύστημα κλαστικών ιζημάτων ποταμοχειμάριας προέλευσης.

Από τεκτονική άποψη η περιοχή διατέμενεται από ρήγματα, των οποίων η κύρια διεύθυνση είναι ΒΒΔ – ΝΝΑ. Τα πετρώματα είναι σχεδόν οριζόντια με μικρή κλίση (max 8%) προς ΒΔ. Ο λιγνίτης που εντοπίζεται στην περιοχή χαρακτηρίζεται ως λιγνίτης ξυλώδους τύπου (ξυλίτης), όπως εξάλλου και όλοι οι λιγνίτες των ανατολικών περιθωρίων της λεκάνης της Φλώρινας. Μακροσκοπικά είναι εμφανής η παρουσία στη

σύστασή του των πρωτογενών ξυλιτικών συστατικών όπως κορμοί, κλαδιά και ρίζες αναμεμιγμένα με τα μαλακά συστατικά, όπως φλοιοί. Φύλλα κλπ. Ανεξάρτητα από το ποσοστό των σκληρών ή μαλακών συστατικών που περιέχονται σε κάθε λιγνιτικό δείγμα, ο ξυλίτης είναι σκληρός και πολλές φορές συμπαγής.

Τα υπερκείμενα στρώματα, συνίστανται από αργίλους και άμμους με μικρή συμμετοχή κροκαλοπαγών κυρίως επιφανειακά. *Το σύνολο δηλαδή των υπερκειμένων, είναι μη συνεκτικά πετρώματα, τα οποία δεν έχουν φυσική συνδετική ύλη. Αυτά τα πετρώματα παρουσιάζουν χαμηλή κατολισθητικότητα. Ειδικά όταν δεν εμφανίζονται επιφάνειες ασυνέχειας και ρήγματα. Σε περίπτωση που εμφανιστεί κατολίσθηση, αυτή δεν θα έχει μεγάλη ταχύτητα και δεν θα είναι ακαριαία. Δηλαδή πριν γίνει κατολίσθηση, θα υπάρχει προειδοποίηση, όπως εμφάνιση ρωγμάτωσης στην επιφάνεια εδάφους η οποία σιγά σιγά θα μεγαλώνει μέχρι να δώσει την τελική κατολίσθηση. Ειδικά στο ορυχείο όπου υπάρχουν οι υπεύθυνοι βάρδιας που ασχολούνται με την ασφάλεια του εργοταξίου, θα πρέπει να ελέγχουν συνέχεια την περιοχή που εκτελούνται εργασίες. Έτσι ώστε όταν εμφανιστεί κάποια ρωγμάτωση να απομακρύνουν αρχικά το προσωπικό από την περιοχή και στην συνέχεια τα μηχανήματα.*



6.Κοιτασματολογικά στοιχεία

Στην περιοχή της Αχλάδας, αντικείμενο εκμετάλλευσης αποτελούν τα ξυλιτικά κοιτάσματα που εδώ και αρκετά χρόνια είναι διαπιστωμένη η ποιότητα και η χρησιμότητά τους για τις χρήσεις που προορίζονται. Τα βασικά χαρακτηριστικά των ξυλιτικών κοιτασμάτων της Αχλάδας είναι τα εξής:

- Το πάχος της λιγνιτοφόρου στοιβάδας, που περιλαμβάνει όλα τα ιζήματα μεταξύ του πρώτου και λιγνιτικού στρώματος συνίστανται από στρώματα ξυλόδους λιγνίτη (ξυλίτης), ενώ παρεμβάλλονται επίσης στρώματα άμμου, λεπτόκοκκου και μεσόκοκκου πολλές φορές αργίλου. Το πάχος της λιγνιτοφόρας στοιβάδας κυμαίνεται από θέση σε θέση, με μέγιστο πλάτος 54,5 μέτρα.
- Πρόκειται για παραοριζόντια στρώματα, αλλεπάλληλα, κυμαινόμενου πάχους, συμπαγή, μονοκόμματα μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται λεπτές στρώσεις ενδιάμεσων στειρών.
- Η διεύθυνση και η κλίση των στρωμάτων μεταβάλλονται κατά θέση. Γενικά παρουσιάζεται κλίση 5° - 15° .
- Το μέσο πάχος του απολήψιμου λιγνίτη ανέρχεται σε 7 μέτρα.
- Η προέλευση του λιγνίτη είναι κυρίως από πλατύφυλλα δένδρα.
- Η μορφή των κοιτασμάτων είναι στρωματοειδής ακανόνιστος. Οι επιφάνειες της οροφής και της στρώσης είναι ανώμαλες σε κυματοειδής μορφή.
- Το δάπεδο της στοιβάδας είναι ομαλό με μικρή κλίση περίπου 8%, επομένως και το δάπεδο των μελλοντικών αποθέσεων θα είναι ομαλές.

- Από τεκτονική άποψη η περιοχή διατέμνεται από ρήγματα, των οποίων η κύρια διεύθυνση είναι ΒΒΔ – ΝΝΑ.

Τέλος άλλα έντονα τεκτονικά ή άλλα γεωλογικά φαινόμενα, τα οποία να έχουν επηρεάσει το κοίτασμα της περιοχής μελέτης και τα οποία πιθανόν να δυσχεράνουν την μελλοντική εκμετάλλευση δεν έχουν παρατηρηθεί και ως εκ τούτου η κυρίως εκμετάλλευση του κοιτάσματος λιγνίτη αναμένεται να είναι χωρίς δυσκολίες. Η ομοιομορφία του κοιτάσματος είναι διαπιστωμένη τόσο κατά την κατακόρυφο, όσο και οριζόντια διεύθυνση από τις υφιστάμενες εκσκαφές που έχουν πραγματοποιηθεί στο αδειοδοτημένο τμήμα του χώρου αλλά και από το σύνολο των γεωτρήσεων δειγματοληψίας, που έχουν γίνει εντός του χώρου αλλά και στην ευρύτερη παραχωρημένη περιοχή.

Το γεγονός ότι υπάρχει μικρή κλίση στρωμάτων, μειώνει την περίπτωση φαινομένων κατολίσθησης. Όπως έχει τονιστεί και σε άλλο σημείο, οι επιφάνειες ασυνεχειών αλλά και οι κλίσεις των στρωμάτων παίζουν καθοριστικό ρόλο στην εκδήλωση ή όχι κατολισθήσεων. Οποσδήποτε η ύπαρξη ρηγμάτων θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα. Σε εκείνες τις περιοχές θα πρέπει να γίνεται συνεχώς έλεγχος από τους επιστάτες του έργου, μήπως και εμφανιστούν τα πρόδρομα σημάδια μιας κατολίσθησης. Καλό θα ήταν και όλοι όσοι εργάζονται κοντά σε ρήγματα να έχουν την προσοχή τους μήπως και παρατηρήσουν κάποια ρωγμάτωση στην επιφάνεια εδάφους

7. Γεωτρήσεις

Για την καλύτερη μελέτη της περιοχής και της ποσότητας λιγνίτη που υπάρχει (πάχος, ύψος υπερκειμένων) έχουν γίνει δειγματοληπτικές γεωτρήσεις. Οι πρώτες γεωτρήσεις έγιναν από την ΔΕΗ τη δεκαετία του 80, ενώ η πύκνωση έχει γίνει από την εκμεταλλεύτρια εταιρεία την τελευταία τριετία.

Οι γεωτρήσεις που έχουν γίνει στην περιοχή είναι περιστροφικές με συνεχή δειγματοληψία. Οι ακριβείς θέσεις των γεωτρήσεων έχουν επιλεγεί από τον υπεύθυνο μηχανικό της εταιρείας, με γνώμονα τα ην καταγραφή και συλλογή στοιχείων για τα υπερκείμενα, το πάχος λιγνίτη, αλλά και την ποιότητα του.

Για την διάνοιξη των γεωτρήσεων χρησιμοποιήθηκε περιστροφικό γεωτρύπανο και κατά την διάρκεια εκτέλεσής τους έγινε προσπάθεια συνεχούς δειγματοληψίας και εξασφάλισης καλής ποιότητας δειγμάτων. Πιο συγκεκριμένα λήφθηκαν αντιπροσωπευτικά δείγματα με φραγμό ή με διακοπή παροχής νερού. Για την δειγματοληψία χρησιμοποιήθηκε μονή καροταρία. Στις περισσότερες περιπτώσεις η εξαγωγή δείγματος από την καροταρία πραγματοποιήθηκε επιβάλλοντας ομοιόμορφη πίεση με τη βοήθεια αντλίας νερού, ώστε να αποφεύγεται η διατάραξη ή η αποκοπή του.

Το μήκος διάτρησης προσαρμόστηκε στη φύση των απαντώμενων σχηματισμών και ο πυρηνολήπτης αφαιρείτο από την οπή της γεώτρησης όσο πιο συχνά χρειαζόταν ώστε να λαμβάνεται το καλύτερο δείγμα. Όταν το ποσοστό πυρηνοληψίας ήταν μικρότερο από 90%, τότε το μήκος βήματος της επόμενης διάτρησης μειωνόταν. Η εξαγωγή των δειγμάτων έχει γίνει με τους πυρηνολήπτες σε οριζόντια θέση.

Μετά την εξαγωγή τα δείγματα τοποθετούνται εντός ξύλινων κιβωτίων. Η τοποθέτηση γίνεται έτσι ώστε ο πυρήνας που ελήφθει από το μικρότερο βάθος να βρίσκεται στην άνω αριστερή πλευρά του κιβωτίου και όλοι οι πυρήνες στερεώνονται καλά, ενώ εντός του κιβωτίου σημειώνεται το βάθος του κάθε βήματος διάτρησης.

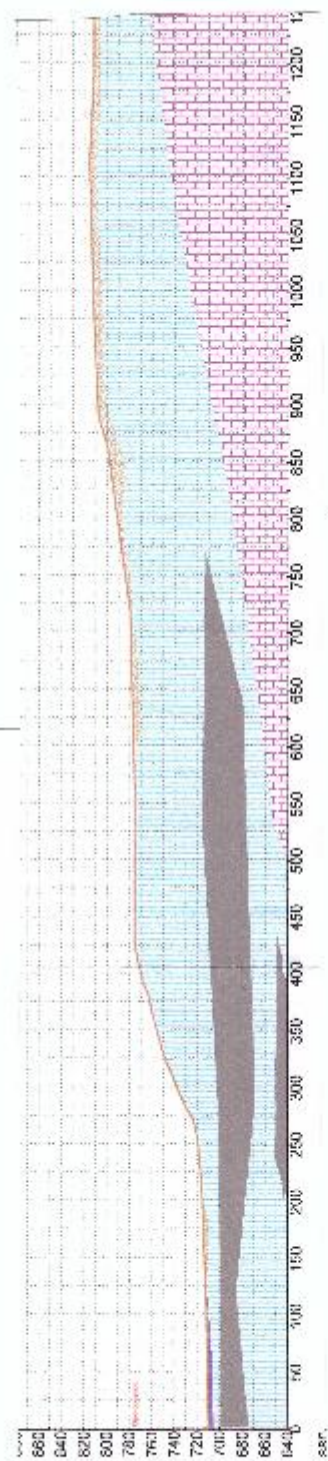
Η αρχική περιγραφή των δειγμάτων, συντάχθηκε επί τόπου από τον γεωλόγο που είναι επικεφαλής του γεωτρητικού συγκροτήματος. Εκεί περιγράφονται οι γεωλογικές πληροφορίες επιφάνειας και υπεδάφους, καθώς και από τις υπάρχουσες εμφανίσεις των σχηματισμών στην ευρύτερη περιοχή.

8.Γεωλογικές τομές.

Από τις περιγραφές που έχουμε για κάθε γεώτρηση από τον υπεύθυνο γεωλόγο και την βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή κάνουμε την εδαφοτεχνική τομή για κάθε γεώτρηση. Στο παράρτημα της παρούσας εργασίας, υπάρχουν ενδεικτικά τρεις γεωτρήσεις της περιοχής.

Στον τοπογραφικό χάρτη κλίμακας 1:2.000, που υπάρχει στο παράρτημα φαίνονται οι ακριβείς θέσεις των γεωλογικών τομών, καθώς και οι γεωλογικοί σχηματισμοί που υπάρχουν στην περιοχή. Οι γεωλογικές τομές είναι πολύ σημαντικές για την καλύτερη κατανόηση της γεωλογίας της περιοχής, αλλά και της ακριβής θέσης και κλίσης του κοιτάσματος.

ΤΟΜΗ T3-T3'

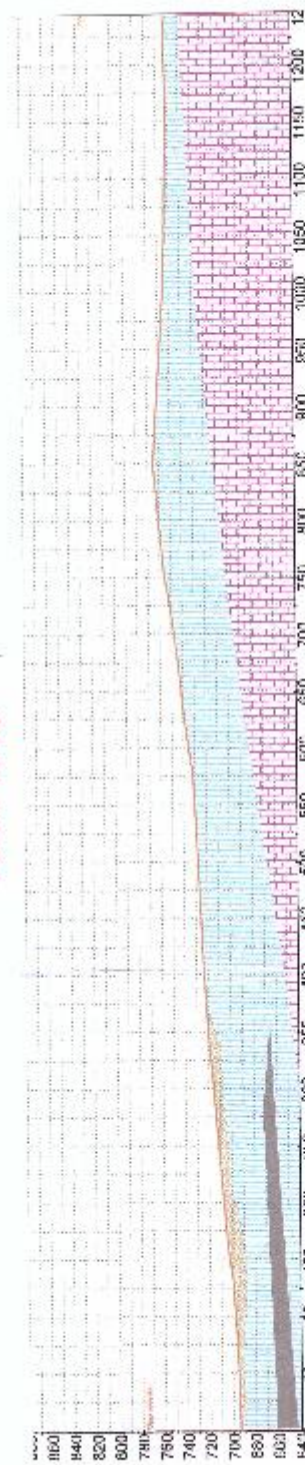


ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Σημερινό Ανάγλυφο
	Λιγνιτοφόρα στρώματα
	Αλλουβιακές αποθέσεις : αργίλοι, άμμοι, χαλίκια
	Πλειστόκαινο
	Κρακαλασπινή, ψαμμίτες, άμμοι & κοκκιοχρώματα : ποταμοχειμαριώδους προέλευσης
	Πόντιο
	Μήρυες με λεπτές διαστρώσεις άργιλης
	Μέσω Τριασικό - Κάτω Ιουρασικό
	Ασβεστολίθιοι - Δολομίτες
	Σχηματοίθιοι

ΚΑΙΜΑΚΑ 1:5000

ΤΟΜΗ T4-T4'



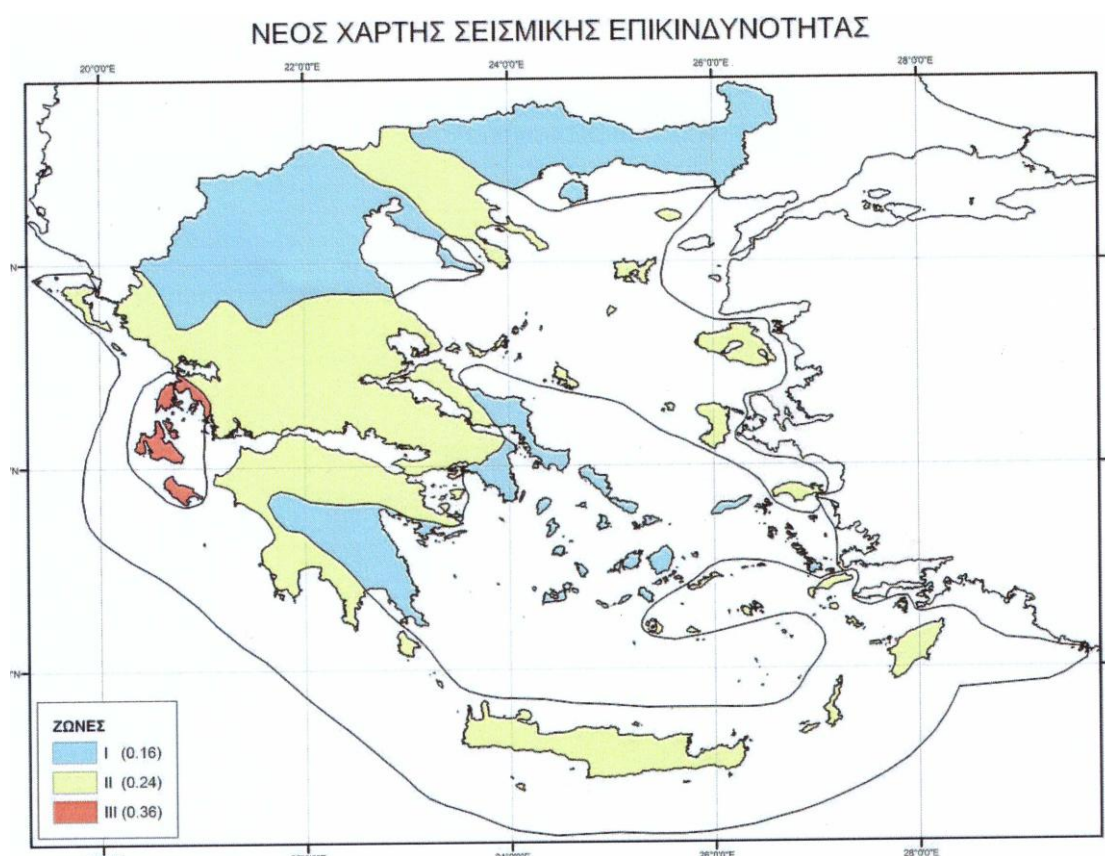
ΥΠΟΜΝΗΜΑ

	Σημερινό Ανάγλυφο
	Λιγνιτοφόρα στρώματα
	Αλλουβιακές αποθέσεις : άργιλοι, άμμοι, χαλίκια
	Πλειστόκαινο
	Κροκαλοπηγή, ιζημίτες, άμμοι & κοκκινωχάσματα : παλιμοχημικά άμμοι, προέλευσης
	Πόντιο
	Μέρμερες με λεπτή διαστρώσεως λιγνίτη
	Μέσω Τριασικό - Κάτω Ιουρασικό
	Ασβεστόλιθοι - Δολομίτες
	Σχιστόλιθοι

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5000

9. Σεισμολογικά δεδομένα.

Η προς μελέτη περιοχή βάση του Ελληνικού Αντισεισμικού κανονισμού ανήκει στη Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας I (χαμηλή επικινδυνότητα) με σεισμική επιτάχυνση εδάφους $\alpha=0,16g$. Λόγω του προσωρινού χαρακτήρα που έχουν τα διαμορφωμένα πρηνή η σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού για το ίδιο επίπεδο αξιοπιστίας είναι πολύ μικρότερη από την τιμή που προβλέπεται από τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό και επομένως συμπεραίνουμε ότι η σεισμική φόρτιση δεν μπορεί να επηρεάσει την ευστάθεια των πρανών.



Εικόνα 12. Χάρτης ζωνών επικινδυνότητας της Ελλάδος (τροποποίηση 2003)

10. Υδρογεωλογικές συνθήκες

Όσο αφορά την υδρολιθολογική συμπεριφορά των υπερκείμενων στρωμάτων είναι αδιαπέρατα υλικά. Εξαίρεση αποτελούν οι πιο αμμώδεις φάσεις των σχηματισμών, οι οποίες εμφανίζουν κάποια περατότητα. Υπάρχει δηλαδή επιλεκτική παρουσία και κίνηση του υπόγειου νερού στις εκσκαφές κατά μήκος αυτών των ζωνών ή κάποιων ασυνεχειών μέσα στη μάργα. Η παρουσία υπόγειου νερού σε ζώνες μπορεί να δημιουργεί συνθήκες για την ανάπτυξη πιέσεων καθώς αυτό δεν μπορεί να αποστραγγιστεί ελεύθερα. Όμως επειδή αυτά τα υλικά είναι σε μικρή ποσότητα, ουσιαστικά χάνονται στον ευρύτερο σχηματισμό. Έτσι, δεν υπάρχει ανάπτυξη πολύ υψηλών υδατικών πιέσεων σε μεγάλες επιφάνειες, λόγω του ότι οι περισσότεροι σχηματισμοί είναι αδιαπέρατοι. Σε σημεία όπου υπάρχουν ρήγματα (είτε μικρά είτε μεγάλα) μπορεί να υπάρχουν επιφάνειες συλλογής νερών. Πρακτικά κάτι τέτοιο όμως δεν συμβαίνει.

Για την αποστράγγιση των υδάτων (κυρίως επιφανειακών) γίνονται οι εξής εργασίες: τα δάπεδα των βαθμίδων εκμετάλλευσης διατηρούν μια μικρή κλίση προς το φρύδι της κάθε βαθμίδας, ώστε τα κάθε είδους επιφανειακά κατακρημνίσματα (βροχή) να απορρέουν επιφανειακά προς το δάπεδο της πλατείας του μεταλλευτικού χώρου, όπου σε καμιά περίπτωση δεν προκαλούν ρύπανση, ή οποιεσδήποτε άλλες δυσμενείς επιπτώσεις στην ευρύτερη περιοχή. Έτσι λοιπόν τα επιφανειακά νερά που θα συσσωρεύονται στο επίπεδο της τελικής πλατείας, θα συγκεντρώνονται σε κατάλληλα διαμορφωμένες δεξαμενές καθίζησης, από όπου κατά διαστήματα θα αντλούνται και θα απορρίπτονται σε τμήματα που δεν διενεργείται καμία εργασία εξόρυξης. Η άντληση των

υδάτων που θα συγκεντρώνονται στις δεξαμενές καθίζησης, θα γίνεται όταν αυτές υπερχειλίζουν, από πετρελαιοκίνητες αντλίες.

Η μη ύπαρξη υπογείων νερών, αλλά και η σωστή διαχείριση των επιφανειακών υδάτων μειώνει τον κίνδυνο κατολίσθησης. Η ύπαρξη υδάτων εντός των επιφανειακών σχηματισμών, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των πιέσεων και επομένως την εκτόνωσή τους με την μετακίνηση μαζών, δηλαδή με την εκδήλωση του φαινομένου της κατολίσθησης.

Γ. ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΧΑΙΤΙΣΗΣ.

Όλα τα προφυλακτικά μέτρα που μπορούν να παρθούν για να αποφευχθεί μια κατολίσθηση αποτελούν τα μέτρα πρόληψης, όλες δε οι παρεμβάσεις για να σταματήσει μια κατολίσθηση συνιστούν τα μέτρα αναχαίτισης. Και τα δύο είναι παρά πολύ σημαντικά είτε για την αποφυγή των κατολισθήσεων, είτε για την σωστή αντιμετώπιση της, αν είναι αδύνατη η αποφυγή της.

Στα μέτρα προφύλαξης που πρέπει να παρθούν στο ορυχείο της Αχλάδας για να μην υπάρξει κατολίσθηση, είναι:

1. Αυστηρή τήρηση του Μεταλλευτικού Κανονισμού, όσο αναφορά την γωνία πρανούς, την τελική γωνία καθώς και το ύψος της κάθε βαθμίδας. Το ύψος της κάθε βαθμίδας δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 8 μέτρα. Σε περιπτώσεις όμως κατά τις οποίες φανούν ρήγματα ή υπάρχουν υλικά που είναι έτοιμα να αποκολληθούν το ύψος αυτό θα πρέπει να μειωθεί και ενδεχομένως να χρειαστεί να φτάσει το μισό, δηλαδή 4 μέτρα. Όσο μικρότερο είναι το ύψος μιας βαθμίδας, τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος να προκληθούν ζημιές από ενδεχόμενη ολίσθηση. Από την άλλη θα πρέπει να τονιστεί ότι το ύψος των 8 μέτρων χρησιμοποιείται για να μειωθεί η έκταση της αποχωμάτωσης. Αν σε κάθε περίπτωση, οι βαθμίδες ήταν 4 μέτρα, τότε θα έπρεπε ο αρχικός χώρος εκσκαφής να ήταν μεγαλύτερος για την εξόρυξη της ίδιας ποσότητας λιγνίτη. Κάτι ανάλογο θα πρέπει να γίνεται και με την γωνία των τελικών πρανών που δεν θα πρέπει να ξεπερνούν τις 34 μοίρες. Θα

μπορούσε σε κάποια περίπτωση αυτή η κλίση να είναι μικρότερη, αλλά κάτι τέτοιο είναι στην ευχέρεια του υπεύθυνου του ορυχείου.

2 Τακτικός οπτικός έλεγχος της περιοχής. Ο εκάστοτε υπεύθυνος βάρδιας, θα πρέπει να ελέγχει σε τακτά χρονικά διαστήματα, τον χώρο που γίνονται εργασίες. Ειδικά σε περιοχές όπου υπάρχουν ρήγματα ή τα υλικά δεν έχουν καλή συμπεριφορά, θα πρέπει μονιμώς να βρίσκονται υπό παρακολούθηση. Αν ο υπεύθυνος βάρδιας παρατηρήσει κάποια ρωγμή στο έδαφος, θα πρέπει σε συνεννόηση με τον τεχνικό ασφαλείας να αναλάβουν κάποια μέτρα. Τέτοια είναι:

- Ενημέρωση του τοπογράφου. Αυτός με τον εξοπλισμό που κατέχει μπορεί σε καθημερινή βάση να ελέγχει αν υπάρχει μετακίνηση μάζας ή όχι και με ποια ταχύτητα γίνεται αυτή. Ανάλογα με την κάθε περίπτωση θα γίνονται και οι κατάλληλες ενέργειες.
- Άμεση παύση εργασιών. Αν υπάρχει η υπόνοια ότι η κατάσταση είναι μη αναστρέψιμη, θα πρέπει να απομακρυνθεί όλο το προσωπικό από την περιοχή με ασφάλεια. Στην συνέχεια θα πρέπει να συμβεί το ίδιο και με τα μηχανήματα. Ειδικά για τις βραδινές ώρες που δεν γίνεται καμιά εργασία, θα πρέπει να μηχανήματα να είναι σε απόσταση ασφαλείας.

3, Ενημέρωση του προσωπικού. Θα πρέπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα να γίνονται σεμινάρια στους εργαζομένους με θέμα την ασφάλεια. Επίσης θα πρέπει να γίνει κατανοητό από όλους εργαζομένους ότι θα πρέπει να έχουν την προσοχή τους στην περιοχή όπου εργάζονται και αν παρατηρήσουν κάποια ένδειξη κατολίσθησης να ενημερώσουν τον υπεύθυνο βάρδιας. Ο χειριστής του εκσκαφέα για παράδειγμα αν την ώρα που εργάζεται δει κάποια ρωγμή ή με την

εμπειρία του πιστεύει ότι υπάρχει επικινδυνότητα, δεν θα πρέπει να φοβάται να μιλήσει. Άλλωστε ο υπεύθυνος βάρδιας έχει να παρατηρεί μια μεγάλη περιοχή, ενώ ο κάθε χειριστής εργάζεται σε περιορισμένη έκταση. Κάτι ανάλογο πρέπει να γίνεται και με τους οδηγούς.

4. Αν έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχουν ρωγμές σε μεγάλη έκταση και με την βοήθεια του τοπογράφου έχει παρατηρηθεί ότι η ταχύτητα κίνησης, είναι ανησυχητική, τότε θα πρέπει η εταιρεία να απευθυνθεί σε κάποιον ειδικό γεωλόγο για να συντάξει κάποια τεχνική μελέτη και να ενημερώσει για περαιτέρω μέτρα προφύλαξης που πρέπει να ληφθούν. Σε μια τέτοια περίπτωση θα γίνουν κάποιες γεωτρήσεις και ο πυρήνας τους θα σταλθεί σε εργαστήριο για την μελέτη συμπεριφοράς του εκάστοτε σχηματισμού.

Σε περίπτωση που υπάρχουν πρόδρομα φαινόμενα κατολίσθησης ένα μέτρο αντιμετώπισης της είναι να γίνει αναγκαστική απομάκρυνση χωμάτων από το φρύδι, με στόχο την μείωση των πιέσεων που ασκούνται στην συγκεκριμένη περιοχή. Για παράδειγμα: Έστω ότι έχει γίνει τελική αποχωμάτωση υλικών από την πρώτη, την δεύτερη και την τρίτη βαθμίδα. Οι εργασίες γίνονται στην τέταρτη δηλαδή στα 32 μέτρα από το αρχικό ανάγλυφο. Παρατηρείται από τους υπευθύνους ότι στο αρχικό ανάγλυφο υπάρχει μια ρωγμάτωση σε σχήμα ημικυκλίου, η οποία φτάνει μέχρι την δεύτερη βαθμίδα. Σε αυτή την περίπτωση τα υλικά που βρίσκονται πάνω από την δεύτερη βαθμίδα ασκούν πιέσεις στα χώματα που βρίσκονται στις χαμηλότερες βαθμίδες. Αν απομακρυνθούν κάποιοι όγκοι, εφόσον κάτι τέτοιο είναι τεχνικά δυνατό, τότε θα μειωθούν αυτές οι πιέσεις και είναι πιθανό να παύσει το φαινόμενο της κατολίσθησης. Σε μια τέτοια περίπτωση θα υπάρχει κάποιο κόστος, γιατί θα έχουν απομακρυνθεί χώματα τα οποία δεν ήταν προγραμματισμένα και δεν

θα έχουν ως τελικό αποτέλεσμα την διάνοιξη μεγαλύτερης έκτασης λιγνίτη. Όμως τα οφέλη από την αναχαίτηση μας κατολίσθησης θα είναι σίγουρα πολύ μεγαλύτερα.

Εναλλακτικά και ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να αφεθεί μεγαλύτερο πόδι. Το πόδι λειτουργεί ως αντιστήριγμα και όσο μεγαλύτερο είναι, τόσο μεγαλύτερες πιέσεις μπορεί να απορροφήσει. Για παράδειγμα όταν στην τελευταία βαθμίδα των υπερκείμενων του λιγνίτη, εμφανιστεί κάποια ρωγμάτωση τότε δεν έχει νόημα να αφαιρεθούν υλικά από τις ανώτερες βαθμίδες, οι οποίες είναι αρκετές. Μπορεί όμως να αυξηθεί το πλάτος της βαθμίδας και από 8 μέτρα που ήταν το ελάχιστο βάση των κανονισμών , να γίνει 12 μέτρα. Αφήνουμε δηλαδή ως πόδι μεγαλύτερη επιφάνεια η οποία θα μπορεί να απορροφήσει περισσότερες πιέσεις και λειτουργεί με αποτελεσματικότερο τρόπο ως αντιστήριγμα.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από όλα όσα αναφέρθηκαν λεπτομερώς στα προηγούμενα κεφάλαια, μπορούμε να πούμε ότι η περιοχή της Αχλάδας ανήκει γεωτεκτονικά στην Πελαγονική Ζώνη. Το σύνολο των υπερκειμένων και ενδιάμεσων σχηματισμών στο ορυχείο Αχλάδας είναι μη συνεκτικά υλικά(κυρίως άργιλοι και άμμοι με μικρή συμμετοχή κροκαλοπαγών)τα οποία δεν είναι επιρρεπή σε κατολίσθηση. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε περιοχές όπου εμφανίζονται ασυνέχειες ή ρήγματα. Λόγω των υλικών που υπάρχουν οποιαδήποτε κατολίσθηση γίνει, θα εμφανίσει πρόδρομα φαινόμενα, τα οποία θα πρέπει να γίνουν αντιληπτά από τους υπευθύνους του ορυχείου και να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα.

Οποιαδήποτε κατολίσθηση συμβεί δεν θα έχει μεγάλη ταχύτητα. Κάτι τέτοιο δίνει ουσιαστικά τη δυνατότητα καλύτερης αντιμετώπισης του φαινομένου και γενικά όσο μικρότερη είναι η ταχύτητα κίνησης, τόσο μικρότερες ζημιές μπορούν να προκληθούν.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα σημεία εκείνα όπου υπάρχουν επιφάνειες ασυνέχειας και ρήγματα. Τα ρήγματα ανάλογα και με την κλίση που έχουν, είναι βασικός παράγοντας που ενθαρρύνει μια κατολίσθηση.

Θετικό στοιχείο για την μη εκδήλωση κατολισθήσεων, αποτελεί και το γεγονός ότι υπάρχει μικρή κλίση των στρωμάτων, τόσο του λιγνίτη όσο και των υπερκείμενων.

Η ευστάθεια των πρανών δεν μπορεί να επηρεαστεί από την σεισμικότητα της περιοχής, γιατί αυτή ανήκει στην χαμηλότερη επικινδυνότητα. (Ζώνη Ι). Ενθαρρυντικός παράγοντας στην μη εκδήλωση κατολισθήσεων, αποτελεί το γεγονός ότι από γεωτρήσεις που έχουν γίνει

δεν υπάρχουν σοβαρές ποσότητες υπόγειων νερών. Επίσης αν γίνεται σωστή διαχείριση των επιφανειακών υδάτων, (άντληση τους από πηγάδια στα οποία έχουν οδηγηθεί με την κατάλληλη κλίση των βαθμίδων), τότε και αυτά δεν θα αυξήσουν την κατολισθητικότητα της περιοχής.

Παρόλο που οι υπερκείμενοι σχηματισμοί έχουν γενικά καλή συμπεριφορά και χαμηλή κατολισθητικότητα, εν τούτοις σε όλα τα στάδια εργασίας στο ορυχείο θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα αποφυγής κατολισθήσεων. Είναι πολύ σημαντικό με το που εμφανιστούν πρόδρομα φαινόμενα κατολίσθησης να γίνουν αντιληπτά και να μην εκτελούνται εργασίες στην συγκεκριμένη περιοχή.

Τα σημαντικότερα μέτρα πρόληψης που θα πρέπει να λαμβάνονται στο ορυχείο Αχλάδας είναι:

- ✓ Αυστηρή τήρηση του Κανονισμού Μεταλλευτικών και Λατομικών Εργασιών. Τόσο του ύψους των βαθμίδων, όσο και της γωνία των τελικών πρανών.
- ✓ Τα επιφανειακά νερά θα πρέπει με τις κατάλληλες κλίσεις να οδηγούνται σε πηγάδια και από εκεί με την χρήση αντλιών, να καταλήγουν εκτός ορυχείου.
- ✓ Κατά την εκσκαφή θα πρέπει να γίνεται καταγραφή των θέσεων καθώς και της γεωμετρίας των ρηγμάτων και των επιφανειών ασυνέχειας.
- ✓ Σε κάθε σημείο εργασίας, θα πρέπει να γίνεται τακτικός έλεγχος. Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται σε περιοχές όπου υπάρχουν ρήγματα και επιφάνειες ασυνέχειας.
- ✓ Συστηματική τοπογραφική παρακολούθηση των εκσκαφών και των πρανών που διαμορφώνονται. Για την αξιολόγηση της

ευστάθειας πρανών και την εκτίμηση πιθανών φαινομένων αστάθειας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο οι αναπτυσσόμενες μετακινήσεις, όσο και ο ρυθμός μεταβολής αυτών. Η συχνότητα των μετρήσεων πρέπει να αυξάνεται σε περίπτωση που παρατηρείται σημαντική αύξηση των ρυθμού μεταβολής των μετακινήσεων και σε περιόδους μεγάλων βροχοπτώσεων.

- ✓ Σεμινάρια εκπαίδευσης και ασφαλείας σε όλους τους εργαζομένους του ορυχείου.
- ✓ Σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν ενδείξεις εμφάνισης κατολίσθησης και είναι αδύνατο να βρεθούν οι σωστοί τρόποι αντιμετώπισης, θα πρέπει η εταιρεία να απευθυνθεί σε ειδικό επιστήμονα, για την εκπόνηση μελέτης και την σωστή αντιμετώπισή της.
- ✓ Αν υπάρχουν ενδείξεις κατολίσθησης, ένας τρόπος αντιμετώπισής τους είναι είτε να αφαιρεθούν υλικά από την κεφαλή, είτε να αφεθεί μεγαλύτερο πόδι.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Απλά βήματα στην εδαφομηχανική, Βασίλης Χρηστάρας, Χατζηαγγέλου Μαρία, Εκδόσεις University Studio Press Θεσσαλονίκη 2011*
- Τεχνική Γεωλογία, Γεώργιος Δημόπουλος, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη*
- Σημειώσεις μαθήματος «Τεχνική Γεωτρήσεων», Κωνσταντίνος Βουδούρης, Μαρίνος Βασίλειος, 2011*
- Παρουσιάσεις μαθήματος « Τεχνική Γεωλογία», Βασίλειος Χρηστάρας, Βασίλειος Μαρίνος 2011*
- Ο ορυκτός πλούτος της Ελλάδος, Ανανίας Ε. Τσιραμπίδης, Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη 2005*
- Κεφάλαια Τεχνικής Γεωλογίας, Υφηγητή Ι. Κουμαντάκη, Αθήνα 1984*
- Μελέτη αντιμετώπισης Κατολίσθησης, Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας Α.Ε, Υετός, Θεσσαλονίκη Ιανουάριος 2012*
- Τεχνική μελέτη εκμετάλλευσης ορυχείου ενεργειακών ορυκτών, στη θέση Νότιου Τομέα, Λιγνιτωρυχεία Αχλάδας, Μαιος 2012*
- Γεωλογία- Αρχές και εφαρμογές, τμήμα Γεωλογίας, Δούτσος Θ, Εκδόσεις Leather Books, Πάτρα 2000*
- Κατολισθητικές κινήσεις στον Ελληνικό χώρο- Στατική θεώρηση, Ορυκτός πλούτος, Κούκης Γ., Ζιούρκας Κ., Αθήνα 1989*
- Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη Ι.Γ.Μ.Ε (φύλλο Βεύης, κλίμακα 1:50000*
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ 2000), τροποποιήσεις-συμπληρώσεις (ΦΕΚ Β 781/18-06-2003, 1154/ 12-08-2003)*

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

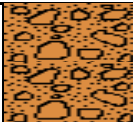
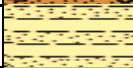
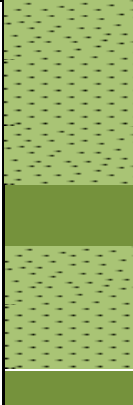
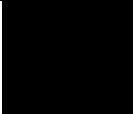
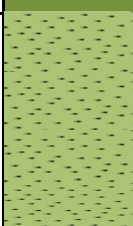
ΕΛΑΦΟΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ

				ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΧ 35										ΘΕΣΗ						
ΕΡΓΟ : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ ΑΧΛΑΔΑΣ																				
ΑΝΑΔΟΧΟΣ : ΤΣΙΡΕΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ						ΣΥΝΤΑΞΗ : ΤΣΙΡΕΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΓΕΩΛΟΓΟΣ Α.Π.Θ.						ΕΠΙΒΛΕΨΗ :								
												ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ : JOY SULLIVAN ltd								
ΒΑΘΟΣ (m)	ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ			ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣ ΜΩΝ		ΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟ ΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑ ΞΗ AUSCS	ΒΑΘΟΣ (m)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ										
	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗ ΨΙΑ				Από (m)					Έως (m)	ΚΡΟΥΣ ΕΙΣ	NSPT								
	ΣΩΛΗΝΩΣΗ	ΚΑΡΟΤΑ ΡΙΑ	ΔΕΙΓ/ ΨΙΑ									1 0	2 0	3 0	4 0	5 0				
3	Φ 114 mm	T 1 101 W			0,00	3,00	Καφέ άργιλος με χαλαζιακές κροκάλες		3											
6					3,00	9,00	Καφεκίτρινη αμμόμαργα με χαλαζιακές κροκάλες		6											
9									9											
12				9,00	15,0 0	Καφεκίτρινη μάργα αμμούχος		12												
15								15												
18									18											
21									21											
24									24											
27									27											
30					15,00	40,0 0	Εναλλαγές γκριζοπράσινης μάργας , με μάργα αμμούχο , αμμόμαργα και λεπτόκοκκη χαλαζιακή άμμο		30											
33									33											
36									36											
39									39											
40									40											
41		T 2 101 W			40,00	42,0 0	Γκριζοπράσινη μάργα		41											

42									42						
43					42,00	43,10		Ξυλίτης		43					
						43,10	43,50	Μάργα ανθρακομιγής							
44						43,50	44,10	Ξυλίτης		44					
							44,30	Λιγνίτης χαμηλής ποιότητας							
45							44,70	Ξυλίτης		45					
46							45,70	Μάργα ανθρακομιγής		46					
							46,00	Γκριζοπράσινη μάργα							
							46,40	Μάργα ανθρακομιγής							
47							46,80	Ξυλίτης		47					
							47,00	Γκριζοπράσινη μάργα							
48							47,20	Γκριζοπράσινη αμμόμαργα		48					
49										49					
ΒΑΘΟΣ (m)	ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ			ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣ ΜΩΝ		ΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟ ΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑ ΞΗ AUSCS	ΒΑΘΟΣ (m)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ					
	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗ ΨΙΑ			Από (m)	Έως (m)					ΚΡΟΥΣ ΕΙΣ	NSPT				
	ΣΩΛΗΝΩΣΗ	ΚΑΡΟΤΑ ΡΙΑ	ΔΕΙΓ/ ΨΙΑ												
											1 0	2 0	3 0	4 0	5 0
50		T 2 101 W					Γκριζοπράσινη λεπτόκοκκη χαλαζιακή άμμος		50						
51									51						
52				49,00	55,00				52						
53									53						
54									54						
55									55						
56					55,00	57,00	Γκριζοπράσινη αμμόμαργα		56						
57									57						

58								58						
59				57,00	60,00		Γκριζοπράσινη χονδρόκοκκη χαλαζιακή άμμος	59						
60								60						
61				60,00	62,00		Γκριζοπράσινη μάργα	61						
62								62						
63								63						
64				62,00	65,80		Γκριζοπράσινη μάργα αμμούχος	64						
65								65						
66				65,80	66,70		Ξυλίτης	66						
67				66,70	67,05		Ξυλίτης	67						
				67,05	67,40		Μάργα ανθρακομιγής							
				67,40	67,70		Ξυλίτης							
68				67,70	68,30		Γκριζοπράσινη μάργα	68						
69				68,30	70,00		Ξυλίτης	69						
70								70						
				70,00	70,60		Γκριζοπράσινη μάργα							
				70,60	70,70		Ξυλίτης							
				70,70	70,90		Μάργα ανθρακομιγής							
71				70,90	71,30		Γκριζοπράσινη μάργα	71						
				71,30	71,50		Μάργα ανθρακομιγής							
				71,50	71,90		Ξυλίτης							
72				71,90	72,40		Γκριζοπράσινη μάργα	72						
73								73						
74				72,40	92,00		Γκριζοπράσινη μάργα αμμούχος	74						

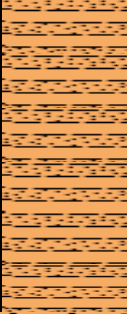
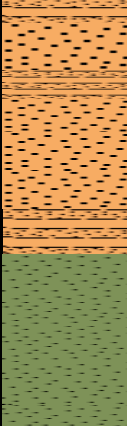
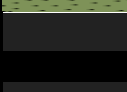
T 2 86
W

										ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΓΕΩΤΡΗΣΗΣ Γ 3 / 2012										ΘΕΣΗ									
																				721,35									
ΕΡΓΟ : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ ΑΧΛΑΔΑΣ																													
ΑΝΑΔΟΧΟΣ : ΤΣΙΡΕΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ										ΣΥΝΤΑΞΗ : ΤΣΙΡΕΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΓΕΩΛΟΓΟΣ Α.Π.Θ.										ΕΠΙΒΛΕΨΗ :									
ΕΝΑΡΞΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ : 15/11/2012																				ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ : JOY									
ΛΗΞΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ : 1/12/2012																				SULLIVAN ltd									
ΒΑΘΟΣ (m)		ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ			ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ		ΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ AUSCS	ΒΑΘΟΣ (m)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ																		
		ΣΩΛΗΝΩΣΗ	ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ	ΔΕΙΓ/ΨΙΑ	Από (m)	Έως (m)					ΚΡΟΥΣΕΙΣ	NSPT																	
																				10	20	30	40	50					
3	Φ 114 mm				0,00	6,00		Καφέ άργιλος με χαλαζιακές κροκάλες		3																			
6					6,00	9,00		Καφεκίτρινη αμμόμαργα		6																			
9					9,00	25,60		Εναλλαγές γκριζοπράσινης μάργας με γκριζοπράσινη μάργα αμμούχο και γκριζοπράσινη αμμόμαργα		9																			
12										12																			
15										15																			
18										18																			
21										21																			
24										24																			
25					25,60	27,40		Ξυλίτης		25																			
26										26																			
27										27																			
28					27,40	27,70		Μάρνα ανθρακομιγής		28																			
29					27,70	29,60		Ξυλίτης		29																			
30					29,60	29,80				Μάρνα ανθρακομιγής																	30		
31					29,80	32,00		Γκριζοπράσινη μάργα		31																			
32					32,00	35,50		Γκριζοπράσινη μάργα αμμούχος		32																			
33										33																			
34	34																												
35	35																												
36	35,50	36,60		Ξυλίτης		36																							
37	36,60	37,30				Μάρνα ανθρακομιγής με προσμίξεις ξυλίτη		37																					
38	37,30	39,00		Γκριζοπράσινη μάργα αμμούχος		38																							
39						39																							

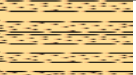
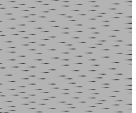
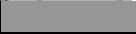
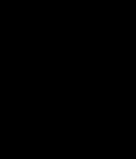
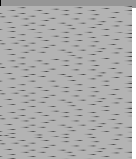
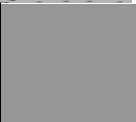
ΒΑΘΟΣ (m)	ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ			ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ		ΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ AUSCS	ΒΑΘΟΣ (m)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ					
	ΣΩΛΗΝΟΣΗ	ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ	ΔΕΙΓ/ΨΙΑ	Από (m)	Έως (m)					ΚΡΟΥΣΕΙΣ	NSPT				
											10	20	30	40	50
40									40						
41				39,00	42,00		Γκριζοπράσινη μάργα		41						
42									42						
43									43						
44				42,00	45,00		Γκριζοπράσινη μάργα αμμούχος		44						
45									45						
46									46						
47									47						
48				45,00	49,00		Γκριζοπράσινη λεπτόκοκκη άμμος		48						
49									49						
50									50						
51				49,00	52,00		Γκριζοπράσινη μάργα αμμούχος		51						
52									52						
53				52,00	54,00		Γκριζοπράσινη μάργα		53						
54									54						
55									55						
56				54,00	57,00		Γκριζοπράσινη αμμόμαργα		56						
57									57						
58				57,00	58,00		Γκριζοπράσινη μάργα		58						
59				58,00	59,80		Ξυλίτης		59						
60				59,80	60,20		Μάργα ανθρακομιγής		60						
61				60,20	62,00		Γκριζοπράσινη μάργα		61						
62									62						
63									63						
64				62,00	65,00		Γκριζοπράσινη μάργα αμμούχος		64						
65									65						
				65,00	65,50		Ξυλίτης								
66				65,50	66,00		Γκριζοπράσινη μάργα		66						

(m)	ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΤΟΜΗ	AUSCS	(m)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ
-----	--------------------------------	----------------------	------	-------	-----	----------------------------

ΒΑΘΟΣ	ΣΩΛΗΝΟΣΗ	ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ	ΔΕΙΓ/ΨΙΑ	Από (m)	Έως (m)	ΕΔΑΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ	ΒΑΘΟΣ	ΚΡΟΥΣΕΙΣ	NSPT				
											10	20	30	40	50
67				66,00	66,20		Μάρνα ανθρακοειδής		67						
				66,20	66,35		Ευλίτης								
				66,35	66,50		Μάρνα ανθρακοειδής								
68				66,50	68,00		Γκριζοπράσινη μάρνα		68						
69									69						
70				68,00	71,00		Γκριζοπράσινη μάρνα αμμούχος		70						
71									71						
72				71,00	72,00		Γκριζοπράσινη μάρνα		72						
73									73						
74				72,00	75,00		Γκριζοπράσινη αμμόμαργα		74						
75									75						
76				75,00	77,00		Γκριζοπράσινη μάρνα αμμούχος		76						
77									77						

															ΘΕΣΗ				
															732,55				
ΕΡΓΟ : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ ΑΧΛΑΔΑΣ																			
ΑΝΑΔΟΧΟΣ : ΤΣΙΡΕΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ					ΣΥΝΤΑΞΗ : ΤΣΙΡΕΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΓΕΩΛΟΓΟΣ Α.Π.Θ.					ΕΠΙΒΛΕΨΗ :									
ΕΝΑΡΞΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ : 22/08/2013										ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ : JOY SULLIVAN ltd									
ΛΗΞΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ : 30/08/2013																			
ΒΑΘΟΣ (m)	ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ			ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ		ΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ AUSCS	ΒΑΘΟΣ (m)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ									
	ΣΩΛΗΝΩΣΗ	ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ	ΔΕΙΓ/ΨΙΑ	Από (m)	Έως (m)					ΚΡΟΥΣΕΙΣ	NSPT								
															10	20	30	40	50
2	Φ 114 mm	T 1 101 W		0,00	2,00		Καφεκίτρινη αμμόμαργα με χάλικες		2										
4				2,00	5,00		Κροκάλες - χάλικες χαλαζιακής σύστασης		4										
6				5,00	12,00		Καφεκίτρινη αμμόμαργα		6										
8									8										
10				12,00	23,00		Εναλλαγές καφεκίτρινης αμμόμαργα με χάλικες, με καφεκίτρινη μάργα αμμούχο		10										
12									12										
14									14										
16									16										
18									18										
20									20										
22									22										
24				23,00	24,00		Καφεκίτρινη χονδρόκοκκη άμμος		24										
26				24,00	26,50		Καφεκίτρινη αμμόμαργα		26										
28				26,50	27,50		Καφεκίτρινη λεπτόκοκκη άμμος		28										
30				27,50	30,50		Καφεκίτρινη αμμόμαργα		30										
32				30,50	32,00		Καφεκίτρινη χονδρόκοκκη άμμος		32										
34				32,00	33,50		Καφεκίτρινη αμμόμαργα		34										
36				33,50	37,00		Καφεκίτρινη λεπτόκοκκη άμμος		36										
38				37,00	39,00		Καφεκίτρινη αμμόμαργα		38										
40	T 2 101 WS			39,00	45,50		Γκριζοπράσινη αμμόμαργα		40										
42									42										
44									44										
46									46										
48				45,50	46,80		Μάργα ανθρακομιγής									48			
				46,80	47,85		Ξυλίτης												
				47,85	48,00		Μάργα ανθρακομιγής												

ΒΑΘΟΣ (m)	ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ			ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ		ΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ AUSCS	ΒΑΘΟΣ (m)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ				
	ΣΩΛΗΝΟΣΗ	ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ	ΔΕΙΓ/ΨΙΑ	Από (m)	Έως (m)					ΚΡΟΥΣΕΙΣ	NSPT			
										10	20	30	40	50
50				48,00	48,25		Μάρνα ανθρακοειγής		50					
				48,25	48,55		Ξυλίνης							
52				48,55	51,00		Γκριζοπράσινη αμμόμαργα		52					
54				51,00	52,00		Γκριζοπράσινη μάργα		54					
56				52,00	54,00		Γκριζοπράσινη αμμόμαργα		56					
58				54,00	59,00		Γκριζοπράσινη συνεκτική μάργα		58					
60				59,00	59,25		Ξυλίνης		60					
				59,25	60,00		Γκριζοπράσινη αμμόμαργα							
62				60,00	60,70		Γκριζοπράσινη μάργα		62					
64				60,70	64,00		Γκριζοπράσινη λεπτόκοκκη άμμος		64					
66				64,00	65,00		Γκριζοπράσινη μάργα		66					
				65,00	65,50		Μάρνα ανθρακοειγής							
68				65,50	67,00		Γκριζοπράσινη μάργα		68					
70				67,00	69,00		Γκριζοπράσινη λεπτόκοκκη άμμος		70					
72				69,00	70,00		Γκριζοπράσινη αμμόμαργα		72					
74				70,00	74,00		Αμμοχάλικες		74					
76				74,00	75,00		Γκριζοπράσινη αμμόμαργα		76					
				75,00	77,00		Αμμοχάλικες							
78				77,00	78,00		Γκριζοπράσινη λεπτόκοκκη άμμος		78					
80				78,00	80,00		Αμμοχάλικες		80					

										ΘΕΣΗ				
										632,1				
ΕΡΓΟ : ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΟΡΥΧΕΙΑ ΑΧΛΑΔΑΣ														
ΑΝΑΔΟΧΟΣ : ΤΣΙΡΕΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ					ΣΥΝΤΑΞΗ : ΤΣΙΡΕΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΓΕΩΛΟΓΟΣ Α.Π.Θ.					ΕΠΙΒΛΕΨΗ :				
ΕΝΑΡΞΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ : 15/10/2013										ΓΕΩΤΡΥΠΑΝΟ : BOYLES				
ΛΗΞΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ : 21/10/2013										BROSS BBS 17A				
ΒΑΘΟΣ (m)	ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ			ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ		ΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ AUSCS	ΒΑΘΟΣ (m)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ				
	ΗΣΘΗΛΥΣ	ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ	ΔΕΙΓ/ΨΙΔ	Από (m)	Έως (m)					ΚΡΟΥΣΕΙΣ	NSPT			
										10	20	30	40	50
1	Φ 114 mm	T 1 101 W		0,00	1,00		Κροκάλες - χάλικες χαλαζιακής σύστασης		1					
5				1,00	11,00		Καφεκίτρινη μάργα		5					
10									10					
15				11,00	24,00		Γκριζωπή μάργα συνεκτική		15					
20									20					
25				24,00	30,00		Καφεκίτρινη αμμόμαργα		25					
30				30,00	34,00		Γκριζωπή μάργα αμμούχος		30					
35									35					
37				34,00	38,00		Γκριζωπή αμμόμαργα		37					
39				38,00	39,00		Γκριζωπή μάργα συνεκτική		39					
40	T 2 101 WS			39,00	41,70		Ξυλίτης		40					
41									41					
42				41,70	42,00		Μόσχα ανθρακοειδής		42					
				42,00	42,10		Ξυλίτης							
				42,10	42,60		Γκριζωπή μάργα							
				42,60	42,70		Ξυλίτης							
43				42,70	43,05		Γκριζωπή μάργα		43					
				43,05	43,20		Ξυλίτης							
44				43,20	45,00		Γκριζωπή μάργα		44					
45									45					
47				45,00	50,00		Γκριζωπή λεπτόκοκκη χαλαζιακή άμμος		46					
49									47					
51				50,00	54,00		Γκριζωπή μάργα		48					
53									49					
55				54,00	55,50		Γκριζωπή λεπτόκοκκη χαλαζιακή άμμος		50					
56				55,50	57,00		Ξυλίτης		51					
57									52					

ΒΑΘΟΣ (m)	ΤΕΧΝΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΑΙ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ			ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ		ΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΚΑΤΑΤΑΞΗ AUSCS	ΒΑΘΟΣ (m)	ΔΟΚΙΜΗ ΠΡΟΤΥΠΗΣ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗΣ								
	ΗΣΘΥΝΩΣ	ΚΑΡΟΤΑΡΙΑ	ΔΕΙΓ/ΨΙΑ	Από (m)	Έως (m)					ΚΡΟΥΣΕΙΣ	NSPT							
											10	20	30	40	50			
											10	20	30	40	50			
58	T 2 101 WS			57,00	57,90		Ξυλίτης		58									
				57,90	58,50		Μάργα ανθρακομιγής		58									
59				58,50	63,00		Γκριζωπή μάργα		59									
60									60									
61									61									
62									62									
63									63									
64				63,00	64,00		Γκριζωπή χαλαζιακή άμμος		64									
				64,00	64,20		Ξυλίτης											
65				64,20	65,20		Μάργα ανθρακομιγής		65									
	65,20	65,40		Ξυλίτης														
	65,40	65,60		Μάργα ανθρακομιγής														
66	65,60	66,10		Ξυλίτης	66													
	66,10	66,30		Μάργα ανθρακομιγής														
	66,30	66,50		Ξυλίτης														
	66,50	66,70		Μάργα ανθρακομιγής														
67	66,70	67,10		Γκριζωπή χαλαζιακή άμμος	67													
68	67,10	68,30		Ξυλίτης	68													
69	68,30	69,00		Γκριζωπή μάργα	69													
	69,00	69,50		Ξυλίτης														
70	T 2 86 WS			69,50	73,50		Γκριζωπή αμμόμαργα		70									
71									71									
72									72									
73									73									
									73,50						73,55		Ξυλίτης	
74									73,55						74,55		Γκριζωπή αμμόμαργα	74
									74,55						74,60		Ξυλίτης	
75									74,60						75,10		Μάργα ανθρακομιγής	75
									75,10						75,60		Ξυλίτης	
76									75,60						78,00		Γκριζωπή χαλαζιακή άμμος	76
77	77																	
78	78,00	80,50		Γκριζωπή αμμόμαργα	78													
79					79													
80					80													
81					81													
	80,50	81,00		Μάργα ανθρακομιγής														
82	81,00	82,00		Γκριζωπή μάργα	82													
83	82,00	84,00		Γκριζωπή αμμόμαργα	83													
84					84													