

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

**ΘΕΜΑ:ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ & ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ
ΑΓΙΟΥ ΒΛΑΣΙΟΥ**



Επιβλέπων καθηγητής: Χρηστάρας Βασίλειος

Φοιτητής: Γκούβας Χρήστος Α.Ε.Μ.: 3243

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή

Α ΜΕΡΟΣ

1. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Γενική περιγραφή
Δημογραφικά Διοικητικά Στοιχεία – Στοιχεία Απασχόλησης
Υδρογεωλογικά στοιχεία
Μετεωρολογικά – Κλιματολογικά Στοιχεία
Φυσικό περιβάλλον

2. ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗ ΤΟΥ ΑΓΙΟΥ ΒΛΑΣΙΟΥ

Εισαγωγή
Σύντομο ιστορικό μελετών και κατασκευών στην περιοχή της κατολίσθησης
Σκοπός των μελετηθέντων έργων
Έργα συμπλήρωσης αποκατάστασης της κατολίσθησης
Χρονική αλληλουχία
Συμπεράσματα
Τρέχουσα κατάσταση
Εκτελούμενα έργα
Συμπεράσματα - Προτάσεις
Υπολογισμός βαθιών στραγγιστικών γεωτρήσεων με άντληση

Β' ΜΕΡΟΣ

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Ο όρος Κατολίσθηση
Τυπικές περιστροφικές κατολισθήσεις
Καταπτώσεις – Ανατροπές
Καθιζήσεις και Καταρρεύσεις

2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Ταξινόμηση κατά Heim
Ταξινόμηση κατά Penta
Ταξινόμηση κατά Desio
Ταξινόμηση κατά Hoek – Bray
Ταξινόμηση κατά Varnes
Ταξινόμηση κατά Zaruba – Mencl

3. ΑΙΤΙΑ ΕΚΔΗΛΩΣΗΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ

Γενικά
Παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση της διατμητικής τάσης
Παράγοντες που συμβάλλουν στην μείωση της διατμητικής αντοχής

4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Επιφανειακή αποστράγγιση
Υπόγεια αποστράγγιση
Διαμόρφωση του πρανούς
Φόρτιση στον πόδα
Ελάφρυνση πρανούς
Θέρμανση – Ψύξη
Φυτοκάλυψη
Τσιμεντενέσεις και επεξεργασία με χημικά ενέματα
Πασσάλωση
Τοίχοι αντιστήριξης
Γεφύρωση
Προστατευτικά συρμάτινα δίκτυα
Εκτόξευση σκυροδέματος
Φρεζάρισμα – Απολέπιση
Κοχλίωση – Ήλωση – Αγκύρωση
Τοίχοι συγκράτησης
Απομάκρυνση επικίνδυνων για κατολίσθηση όγκων
Τάφροι παγίδευσης - Τοίχοι - Φράχτες παγίδευσης
Σκέπαστρα
Τεχνικές σήραγγες
Μετάθεση Τεχνικού Έργου

5. ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Παράρτημα Α
Παράρτημα Β

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας του όγδοου εξαμήνου συντάχθηκε η παρακάτω εργασία από τον Γκούβα Χρήστο , φοιτητή του τμήματος της γεωλογίας, υπό την επίβλεψη του καθηγητή του τομέα Γεωλογίας και Φυσικής Γεωγραφίας (εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας και Υδρογεωλογίας), Βασίλειο Χρηστάρα. Το αντικείμενο της εργασίας είναι οι κατολισθήσεις και η μελέτη της κατολίσθησης στο δρόμο από Αγρίνιο προς Καρπενήσι, στο χωριό Άγιος Βλάσιος. Στη συνέχεια αναφέρονται μερικές πληροφορίες για τη γεωλογία, σεισμολογία, μορφολογία, υδρογεωλογία, φυσικό περιβάλλον της περιοχής με τα συμπεράσματα.

Α ΜΕΡΟΣ

1.ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ – ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η Αιτωλοακαρνανία είναι ο μεγαλύτερος σε έκταση νομός της Ελλάδος. Αποτελεί έναν από τους πλουσιότερους, από πλευράς φυσικού περιβάλλοντος, νομούς της χώρας με αντίστοιχο υδατικό δυναμικό οκτώ λίμνες, δύο λιμνοθάλασσες και τρία ποτάμια. Διασχίζεται από το εθνικό δίκτυο Πάτρα-Ιωάννινα. συνδέεται οδικά με τη Λευκάδα, με τους άξονες Λαμίας-Καρπενησίου-Αγρινίου και Λειβαδιάς-Ναυπάκτου-Μεσολογγίου. Αεροπορικά εξυπηρετείται από το αεροδρόμιο του Ακτίου. Διοικητικά διαιρείται σε πέντε Επαρχίες, δεκαέξι Δήμους, περισσότερες από διακόσιες κοινότητες και πεντακόσιους περίπου οικισμούς ενώ φιλοξενεί ένα πληθυσμό γύρω στους 228.000 κατοίκων. Ο νομός είναι ουσιαστικά αγροτικός. Υπάρχουν μεγάλες, ως επί το πλείστον αρδευόμενες καλλιεργήσιμες εκτάσεις στις πεδιάδες και τις εκβολές των ποταμών. Τα προϊόντα που καλλιεργούνται είναι κυρίως ελιές, καλαμπόκι, τριφύλλια, βαμβάκι, εσπεριδοειδή και καπνά, παραδοσιακή καλλιέργεια, που από τις αρχές του αιώνα αποτέλεσε προϊόν που στήριζε την τοπική οικονομία. Σημαντική θέση κατέχει στο νομό η κτηνοτροφική παραγωγή. Τα βοσκοτόπια καταλαμβάνουν πάνω από το 45 % των εκτάσεων του νομού. Μεγάλο δυναμισμό παρουσιάζει η ανάπτυξη των ιχθυοκαλλιεργειών. Κυριαρχούν οι μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις κυρίως ειδών διατροφής, οι οποίες είναι συγκεντρωμένες στην επαρχία Τριχωνίδος και στα τέσσερα μεγαλύτερα αστικά κέντρα. Ναυπάκτου, Μεσολογγίου, Αγρινίου, Αμφιλοχίας,

Η τουριστική ανάπτυξη δεν είναι μεγάλη και κατ'επέκταση η τουριστική υποδομή ελλειπής. Το πλούσιο όμως πολιτιστικό και οικολογικό ενδιαφέρον της Αιτωλοακαρνανίας, σε συνδυασμό με τις φυσικές της ομορφιές, την καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλη για την ανάπτυξη ήπιων μορφών τουρισμού καθ'όλη τη διάρκεια του χρόνου.

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ / ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ

Η περιοχή αναφοράς ταυτίζεται με την ευρύτερη περιοχή του Αγρινίου, υπάγεται διοικητικά στην Ν. Αυτοδιοίκηση Αιτωλοακαρνανίας, ευρύτερα δε στην Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος. Η πληθυσμιακή εξέλιξη του Αγρινίου ακολουθεί μεγάλους~αυξητικούς ρυθμούς με το μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης να ξεπερνά το 1%. Από στατιστικά στοιχεία φαίνεται ότι ο Δ. Νεάπολης και οι γύρω Κοινότητες (Αγ. Κωνσταντίνος, Δοκίμιο, Καινούργιο, Παναιτώλιο, Καλύβια, Καμαρούλα) λειτουργούν ως προάστια του Αγρινίου, αναπτύσσονται μαζί με αυτό και παρουσιάζουν αντίστοιχη αύξηση. Σύμφωνα με το νέο χωροταξικό σχεδιασμό των ΟΤΑ της χώρας - «σχέδιο Καποδίστριας»- ορισμένοι από τους προβλεπόμενους νέους Δήμους σε μία ευρεία ζώνη γύρω από το Αγρίνιο είναι:

1. Δ. Αγρινίου: Δ. Αγρινίου, Δ. Αγίου Κωνσταντίνου, Κ.Αγίου Νικολάου Τριχωνίδος, Κ.Δοκιμίου, Κ. Καλυβιών, Κ. Καμαρούλας, Κ.Σκουτεσιάδος
- 2 Δ. Νεάπολης: Δ. Νεάπολης (Τριανταίικα), Κ.Σπολαίτης
- 3 Δ. Αγγελοκάστρου : Κ. Αγγελοκάστρου, Κλεισορρευμάτων, Λυσιμαχείας
- 4 Δ. Θεστιέων: Δ. Θεστιέων, Κ. Νέας Αβόρανης, Κ. Παναιτωλίου
- 5 Δ. Παραβόλας: Κ. Καλλιθέας, Κ. Κυρά Βγένας, Κ. Λαμπιρίου, Κ. Νερομάννας, Κ.Παλαιοκαρυάς, Κ.Παντανάσσης, Κ. Σπαρτιά
6. Δ. Στράτου: Κ. Στράτου, Κ. Γουριωτίσσης, Κ. Καστρακίου, Κ. Κυψέλης (Σφήνας), Κ. Λεπενούς, Κ. Μαρσουλίου, Κ. Οχθίων, Κ. Ρίγανης
7. Δ. Αιτωλικού: Δ. Αιτωλικού, Κ. Αγίου Ηλίας, Κ. Σταμνάς, Κ. Φραγκουλαίκων, Κ. Χρυσοβεργίου

Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι σε επίπεδο προμελέτης δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν και επομένως να καθορισθούν οι ΟΤΑ οι οποίοι θα συνεργαστούν για την από κοινού επίλυση του προβλήματος στην ευρύτερη περιοχή. Εξάλλου αν δεν καθορισθούν οι επιμέρους ΧΥΤΑ για όλη την Αιτωλοακαρνανία ίσως να είναι πρόωρο να υποδειχθούν από τη μελέτη ποιοι Δήμοι θα εξυπηρετούνται από τον υπό εξεύρεση χώρο. Επομένως μόνο σενάρια θα μπορούσαν να διατυπωθούν για το πώς ορίζεται η ευρύτερη περιοχή Αγρινίου. Οπωσδήποτε όμως ο υπό εξεύρεση χώρος θα εξυπηρετεί τον διευρυμένο Δήμο Αγρινίου και όμορους νέους Δήμους. Τα αντίστοιχα πληθυσμιακά μεγέθη των τελευταίων απογραφών δίδονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 : ΠΛΗΘΥΣΜΙΑΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΙΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΕΣ ΔΕΚΑΕΤΙΕΣ						
α/α	ΝΕΟΙ ΟΤΑ	1971	1981	1991	71-81 (%)	81-91 (%)
1	Δ. Αγρινίου	42849	46014	52081	7,38	13,19
	Δ. Αγρινίου	32654	35774	40934	9,55	14,42
	Δ. Αγίου Κωνσταντίνου	4750	4730	5395	-0,42	14,06
	Κ. Αγ. Νικολάου Τριχωνίδος	200	215	231	7,50	7,44
	Κ. Δοκιμίου	2108	2062	2198	-2,18	6,60
	Κ. Καμαρούλας	782	841	922	7,54	9,63
	Κ. Σκουτεσιάδος	496	467	395	-5,85	-15,42
2	Δ. Νεάπολης	3718	2258	5538	-39,27	145,26
	Δ. Νεάπολης	1038	1157	4369	11,46	277,61
	Κ. Σπολαίτης	2680	1101	1169	-58,92	6,18
	ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ 1	46567	48272	57619	3,66	19,36

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ- ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗ ΑΓΙΟΥ ΒΛΑΣΙΟΥ

Δ. Αγγελοκάστρου	3444	2925	3047	-15,07	4,17
Κ. Αγγελοκάστρου	2091	1672	1849	-20,04	10,59
Κ.Κλεισορρευμάτων	616	561	539	-8,93	-3,92
Κ. Λυσιμαχίας	737	692	659	-6,10	-4,77
ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ 2	50011	51197	60666	2,37	18,49
Δ. Θεστιέων	7880	7826	7522	-0,68	-3,88
Δ Θεστιέων	3191	3282	3249	2,85	-1,00
Κ. Νέας Αβόρανης	1109	998	943	-10,00	-5,51
Κ. Παναιτωλίου	3580	3546	3330	-0,95	-6,09
ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ3	57891	59023	68188	/ 05	15,53
Δ. Παραβόλας	5524	5340	5119	-3,33	-4,14
Δ Παραβόλας	2308	2396	2439	3,81	1,79
Κ. Καλλιθέας	561	458	378	-18,36	-17,47
Κ. Κυρα Βγένας	238	256	180	-11,11	-29,69
Κ. Λαμπρίου	71	245	258	245	5,31
Κ. Νερομάννας	713	589	527	-17,39	-10,53
Κ. Παλαιοκαρνας	554	432	312	-22,00	-27,78
Κ. Παντανάσσης	698	716	805	2,51	12,43
Κ. Σπαρτιά	331	248	220	-25,07	-11,29
ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ 4	63415	64363	73307	1,49	13,89
Δ. Στράτου	7812	7203	6895	-7,79	-4,28
Κ. Στράτου	1208	1139	1101	-5,71	-3,34
Κ. Γουρίωτισσης	894	721	756	-19,35	4,85
Κ. Καστρακίου	769	694	585	-9,75	-15,71
Κ. Κυνέλης	556	510	504	-8,27	-1,18
Κ. Λεπενούς	2879	2581	2445	-10,35	-5,27
Κ. Ματσουκίου	392	370	325	-5,61	-12,16
Κ. Οχθίων	553	617	580	11,57	-6,00
Κ. Ρίγανης	561	571	599	1,78	4,90
ΥΠΟΣΥΝΟΛΟ 5	71227	71566	80202	0,47	72,07
Δ. Αιτωλικού	8452	7432	7744	-12,07	4,20
Δ Αιτωλικού	5773	5265	5381	-8,79	2,20
Κ. Αγίου Ηλίας	290	263	311	-9,31	18,25
Κ. Στάμνας	1620	1321	1291	-18,45	-2,27
Κ. Φραγκουλαϊτικών	143	101	120	-29,37	18,81
Κ Χρυσοβεργίου	626	482	641	-23,00	32,98
ΣΥΝΟΛΟ	79679	78998	87946	-0,85	11,32

Γενικά όλοι οι οικισμοί του Νομού με πληθυσμό κάτω των 2.000 κατοίκων έχουν οριοθετηθεί με Νομαρχιακή Απόφαση σύμφωνα με τις διατάξεις του Π.Δ. «Περί τρόπου καθορισμού ορίων οικισμού της χώρας, κατηγορίες αυτών και καθορισμός όρων και περιορισμών δόμησης» (ΦΕΚ 181Δ/85). Σε όλες τις περιπτώσεις, είτε στους αναπτυσσόμενους οικισμούς είτε στους στάσιμους ή απομειωμένους, υπάρχει η τάση επέκτασης των δομητέων περιοχών. Οι Δήμοι Μεσολογγίου, Αγρινίου, Βόνιτσας, Αμφιλοχίας, Ναυπάκτου, Αιτωλικού έχουν εγκεκριμένα ΓΠΣ όπου θεσμοθετούνται τα όρια των Σχεδίων πόλεων και τα όρια των επεκτάσεων, καθορίζονται οι χρήσεις γης, οι όροι και οι περιορισμοί δόμησης.

Ο Ν. Αιτωλοακαρνανίας είναι ένας κατ'εξοχήν αγροτικός νομός με ποσοστό απασχολήσεως στον πρωτογενή τομέα πολύ υψηλότερο σε σύγκριση με το αντίστοιχο της χώρας.

ΠΙΝ. 1.2: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗΣ	
Τομέας	Ποσοστό %
Πρωτογενής	61.8
Δευτερογενής	15.8
Τριτογενής	22.4

ΠΙΝ 1.3 :	ΑΠΑΣΧΟΛΗΣΗ		
	1971	1981	1991
Ενεργός πληθυσμός	95.204	88.688	85.693
Απασχολούμενοι	91.588	85.327	77.468
Ανεργοί	3.616	3.361	8.225

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

• ΓΕΝΙΚΑ

Το γεωλογικό υπόστρωμα του νομού διαφοροποιείται σε τρεις επιμήκειες ζώνες με διεύθυνση ΒΒΔ/ΝΝΑ. Η δυτικότερη περιλαμβάνει τα Ακαρνανικά Όρη και συγκροτείται από ασβεστόλιθους διαφόρων ηλικιών με αρκετά ρήγματα. Η μεσαία, που διατρέχει τα όρη του Βάλτου και το βουνό Αράκυνθος, καλύπτεται από φλύσχη, ενώ στο νότιο άκρο της εμφανίζονται δύο μικροί ασβεστολιθικοί όγκοι, η Βαράσοβα και η Κλόκοβα. Η ανατολική ζώνη εμφανίζει τους χαρακτηριστικούς γεωλογικούς σχηματισμούς της Πίνδου, δηλαδή εναλλαγές ασβεστόλιθων και φλύσχη με πολλές πτυχώσεις και επωθήσεις δημιουργώντας τα εντυπωσιακά τοπία του Παναιτωλικού και της ορεινής Ναυπακτίας. Υπάρχουν, τέλος, μεγάλες ζώνες αλλουβιακών προσχώσεων στις εκβολές του Εύηνου, του Αχελώου και γύρω από τις λίμνες Τριχωνίδα, Λυσιμαχεία, Οζερός και Αμβρακία, μικρότερες δε στην περιοχή των λιμνών του ΒΔ άκρου του νομού, ενώ οι τεχνητές λίμνες Κρεμαστών και Καστρακίου έχουν σχηματισθεί πάνω σε φλύσχη.

Τα υπόγεια νερά είναι άφθονα. Άφθονα είναι και τα νερά από πηγές, με πιο γνωστές αυτές του Θέρμου, του Κεφαλόβρυσου από όπου υδρεύεται το Αιτωλικό.

• ΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Ο Νομός δομείται από γεωλογικούς σχηματισμούς των τριών γεωτεκτονικών ζωνών, που συμμετείχαν στις Αλπικές πτυχώσεις. Στο δυτικό τμήμα απαντούν οι σχηματισμοί της Ιόνιας ζώνης πάνω στους οποίους έχουν επωθηθεί οι σχηματισμοί της ζώνης Γαβρόβου. Πάνω από τη ζώνη αυτή και στα Ανατολικά έχουν εφιππευθεί τα τεκτονικά λείπη της ζώνης Πίνδου. Η γενική κατεύθυνση των οριακών γραμμών μεταξύ των ζωνών είναι ΒΒΔ. Το όριο μεταξύ της Ιόνιας και της ζώνης Γαβρόβου διέρχεται από το ΒΔ τμήμα της Τριχωνίδος ενώ της ζώνης Γαβρόβου προς τη ζώνη Πίνδου διχοτομεί τη λίμνη. Σε ορισμένες περιοχές οι Αλπικοί σχηματισμοί καλύπτονται από μεταλπικά ιζήματα (Νεογενές, Τεταρτογενές). Αναφέρουμε ενδεικτικά τις επιμέρους στρωματογραφίες ενότητες ανά ζώνη με σειρά από την παλαιότερη σε ηλικία προς τη νεώτερη:

Αδριατικοϊόνιος Ζώνη

- Τριαδικοί εβαπορίτες
- Τριαδικά λατυποπαγή
- Ασβεστόλιθοι Παντοκράτορα
- Ασβεστόλιθοι Ammonitico Rosso
- Σχιστόλιθοι με Posidonia
- Ασβεστόλιθοι Βίγλας
- Κερατόλιθοι-Πυριτικοί σχιστόλιθοι
- Πυριτόλιθοι, ασβεστόλιθοι, μάργες, αργιλ. Σχιστόλιθοι
- Ασβεστόλιθοι
- Φλύσχη

Ζώνη Γαβρόβου -Τριπόλεως

Περιλαμβάνει κρητιδικούς και ηωκαινικούς ασβεστόλιθους καθώς και φλύσχη. Για την περιοχή μελέτης ενδιαφέρει ο φλύσχη που εκτείνεται στις Δ. υπώρειες του Παναιτωλικού και δομεί τον Α. Αράκυνθο. Το πάχος του φλύσχη αυτού είναι μεγαλύτερο των 1000 μέτρων, με ψαμμίτες και κροκαλοπαγή στα ανώτερα στρώματα.

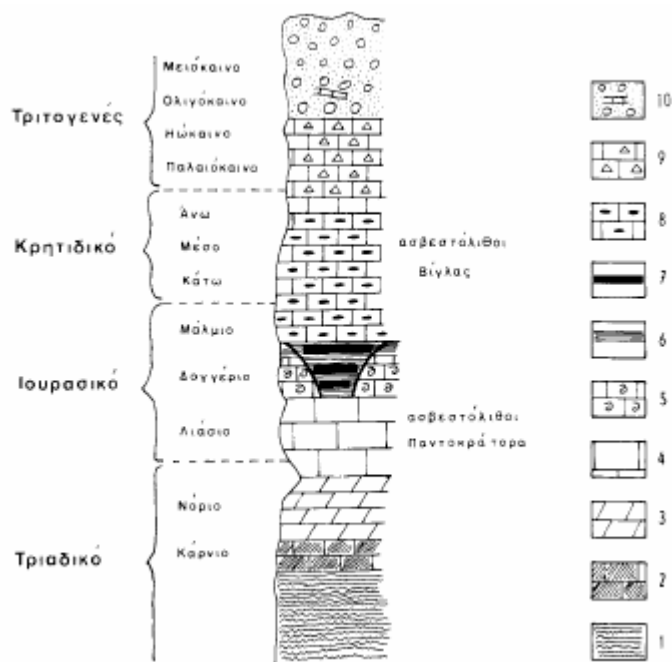
Ζώνη Πίνδου

Παρουσιάζεται στο Β, Α και ΝΑ τομέα της Τριγωνίδος και έχει τις εξής στρωματογραφικές ενότητες:

- Τριαδικοί ασβεστόλιθοι
- Ιουρασικοί σχιστοκερατόλιθοι - ιλυόλιθοι
- Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι
- Φλύσχη

Μεταλπικοί σχηματισμοί

Πρόκειται για υλικά πλήρωσης μεταλπικών βυθισμάτων, των οποίων η ιζηματογένεση χρονολογείται από το Πλειόκαινο, Πλειστόκαινο και Ολόκαινο. Πετρογραφικά αποτελούνται από μάργες, ψαμμίτες, άμμους, κροκάλες και κροκαλοπαγή. Οι περιοχές μεταξύ Αμβρακίας και Οζερού, Τριγωνίδος και Αμφιλοχίας, Λυσιμαχείας και Αγγελοκάστρου είναι οι κύριες περιοχές εξάπλωσης του Νεογενούς. Οι σύγχρονες (ολοκαινικές) ποτάμιες και λιμναίες αποθέσεις έχουν πάχος άνω των 20-30 m. Ειδικότερα όσον αφορά την περιοχή ερεύνης εμφανίζονται κυρίως πετρώματα της Αδριατικοϊόνιου Ζώνης καθώς επίσης πλειοκαινικές ή νεώτερες αποθέσεις. Η στρωματογραφική στήλη της Αδριατικοϊόνιου Ζώνης παρατίθεται κατωτέρω:



Εικόνα 1. Σχηματική λιθοστρωματογραφική στήλη της Αδριατικοϊονίου ζώνης. 1: γύψος, 2: μαύροι ασβεστόλιθοι, 3: δολομίτες, 4: ασβεστόλιθοι νηριτικοί «Παντοκράτορα», 5: ασβεστόλιθοι του Ammonitico rosso, 6: σχιστόλιθοι με Posidonomyes, 7: κερατόλιθοι, 8: ασβεστόλιθοι πελαγικοί «Βίγλας», 9: ασβεστόλιθοι λατυποπαγείς, 10: φλύσχης.

• ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα μεγάλα ρήγματα, καθοριστικά και για τη μορφολογία της περιοχής, είναι το ρήγμα Μαχαλά (B-N) στις Α. πλευρές των Ακαρνανικών, το ρήγμα Βάλτου-Αράκυνθου {BBΔ), το ρήγμα του Παναιτωλίου (BBΔ) και το ρήγμα Ναυπάκτου. Το ρήγμα Μαχαλά, που καθορίζει και τη δημιουργία των λατυποπαγών του Τριαδικού, ξεκινά από το Νεοχώρι και φθάνει μέχρι το Λουτράκι. Το επόμενο μεγάλο ρήγμα χωρίζει το βουνό Αράκυνθος (Δ) από το βουνό Χάραμα (Α) με ΒΔ κατεύθυνση στα Ν. της Τριχωνίδος, ενώ Β της λίμνης συνεχίζεται από το Καινούργιο μέχρι τους Αμοργιανούς Βάλτου. Το τελευταίο προς Α μεγάλο ρήγμα επώθησης της ζώνης Πίνδου πάνω στη ζώνη Γαβρόβου, στη ΝΑ περιοχή της Τριχωνίδος ακολουθεί τη γραμμή Λιθοβούνι-Κάτω Μακρινού -Ναύπακτος (ΒΔ-ΝΑ) ενώ βορείως της λίμνης Τριχωνίδος συνεχίζεται από Παράβολα προς Καστανούλα.

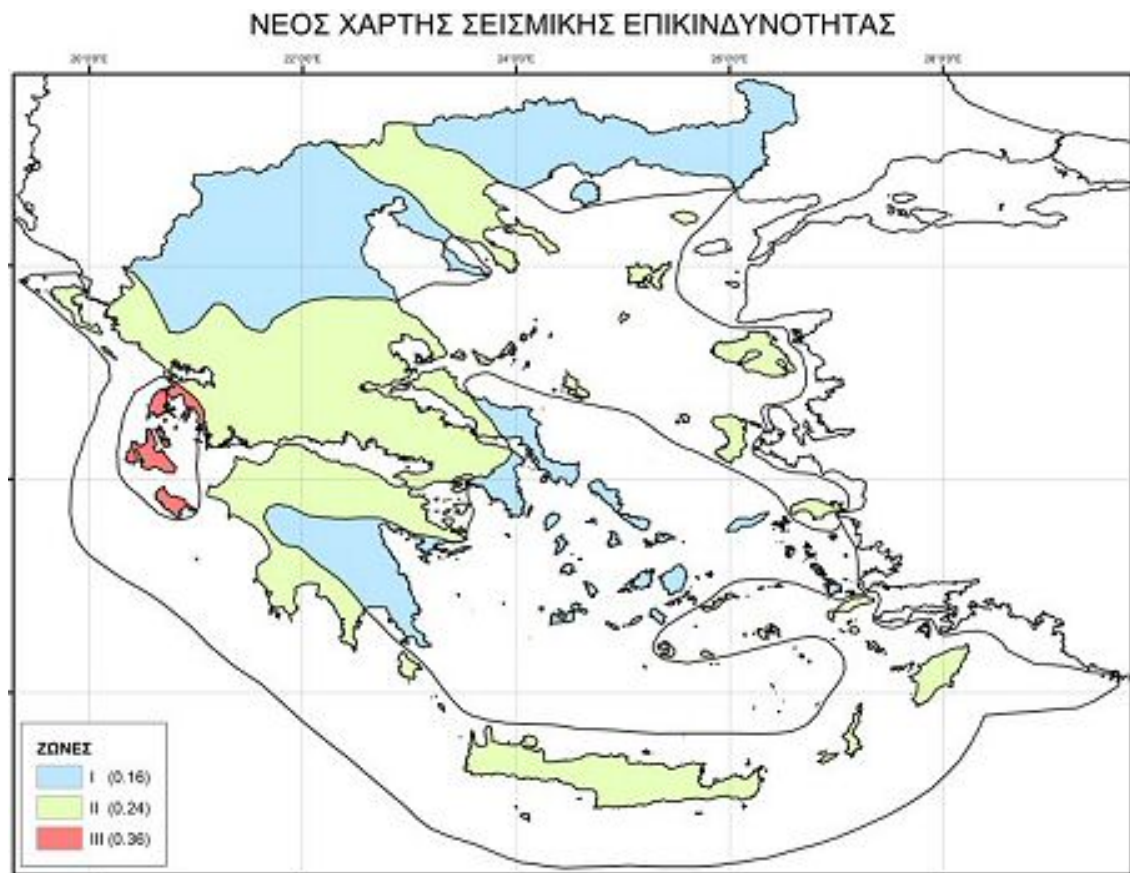
Ειδικότερα η τεκτονική εικόνα της ευρύτερης περιοχής του Αγρινίου καθορίζεται από ρήγματα 2 βασικών διευθύνσεων :

- 1 Α - Δ όρια Βυθίσματος, Λυσιμαχείας και Τριχωνίδος
- 2 BBΔ - NNA ή BBA - NNΔ (νότια Αγγελοκάστρου)

Οι κλαστικοί σχηματισμοί της Ιονίου Ζώνης στο Βόρειο κυρίως τμήμα της περιοχής (Βόρεια Αγρινίου) εμφανίζονται πτυχωμένοι. Το σύγκλινο Πυργιού και το αντίκλινο Σκουτεσιάδος αναπτύσσονται με διεύθυνση BBΔ - NNA.

- **ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ**

Η Αιτωλοακαρνανία παρουσιάζει έντονη σεισμική δράση. Έτσι αναμένονται σεισμοί με σημαντικό μέγεθος και σημαντικές επιταχύνσεις. Πρόσθετα ιδιαίτερα επικίνδυνοι μπορούν να αποδειχθούν και σεισμοί μικρού μεγέθους και μικρού εστιακού βάθους. Στο χάρτη ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας ο νομός εντάσσεται στις ζώνες II, III ενώ ειδικότερα η περιοχή ερεύνης στη ζώνη II..



ΓΕΝΙΚΑ

Όπως ήδη έχει αναφερθεί ο ευρύτερος χώρος της Δυτικής Ελλάδας παρουσιάζει έντονη σεισμικότητα, η οποία εκφράζεται από πολλούς και μεγάλους σεισμούς. Η κύρια αιτία εκδήλωσης αυτών των σεισμών και εν γένει η έντονη νεοτεκτονική δραστηριότητα οφείλεται στη σύγκλιση των δύο λιθοσφαιρικών πλακών της Ευρωπαϊκής και Αφρικανικής η οποία λαμβάνει χώρα στην περιοχή του Ιονίου πελάγους. Έχει αναφερθεί από πολλούς ερευνητές, ότι η ευρύτερη περιοχή της Αιτωλίας- Ακαρνανίας και γενικότερα της Δυτικής Ελλάδας παρουσιάζει την υψηλότερη ίσως σεισμική δραστηριότητα στον Ελληνικό χώρο, η οποία αντικατοπτρίζεται και στα αποτελέσματα πολλών εργασιών που έχουν σα στόχο την εξέταση της σεισμικότητας και εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας στον Ελληνικό χώρο.

Αποτελέσματα πρόσφατων συλλογικών ερευνών υπό την αιγίδα του Ο.Α.Σ.Π. (Εκπόνηση Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας, 1989), δείχνουν ότι στη συγκεκριμένη περιοχή αναμένονται σημαντικές τιμές οριζόντιας εδαφικής επιτάχυνσης και ειδικά στο δυτικό τμήμα του νομού ενώ στο χάρτη ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας η περιοχή της μελέτης εντάσσεται στις ζώνες II, III και IV.

ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟΥΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Με βάση καταγραφές συγγραφέων παλαιότερων εποχών καθώς επίσης και με Βάση αναγραφές σειсмоγραφικών οργάνων του παρόντα αιώνα, φαίνεται ότι η ευρύτερη περιοχή της έρευνας επλήγη κατ' επανάληψη από πολλούς καταστροφικούς σεισμούς. Οι κυριότεροι σεισμοί από άποψη καταστροφών, όπως αυτοί έχουν παρουσιαστεί ΚΥΡΙΩΣ στις εργασίες του ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΥ (1955, 1981) και ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ & ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ (1989) είναι οι ακόλουθοι:

551, 7 Ιουλίου, Φωκίδα (X). Από τον Προκόπιο τον Καισαρέα και άλλους συγγραφείς προκύπτει ότι μεγάλοι σεισμοί κατέσεισαν τη Βοιωτία και την Αχαΐα καθώς και την περιοχή γύρω από τον Κρυσάιο κόλπο (Κόλπος Ιτέας). Κατέστρεψαν αναρίθμητα χωριά και ισοπέδωσαν οκτώ πόλεις μεταξύ των οποίων και τη Ναύπακτο όπου σκοτώθηκαν πολλοί. Από το σεισμό αυτό πολλοί κάτοικοι θάφτηκαν κάτω από τα ερείπια και σε μέρη η γη άνοιξε και στα χάσματα καταποντίστηκαν πολλοί. Σωροί γης έφραξαν τους δρόμους, η θάλασσα αποσύρθηκε και καταπόντισε τα γύρω μέρη. Πνίγηκαν και φονεύθηκαν τόσοι ώστε ο αριθμός τους υπερέβη κάθε προηγούμενο.

1544, 22 Απριλίου, Φθιώτιδα-Φωκίδα (IX). Ο σεισμός έβλαψε τη Ναύπακτο και έριξε τα τείχη τους. Σκοτώθηκαν πολλοί άνθρωποι και οι δονήσεις κράτησαν μέρες. Ο σεισμός έγινε αισθητός σε όλη την Ελλάδα και την Αιτωλοακαρνανία.

1580, Φωκίδα (X). Ο χρονογράφος της εποχής Φραντζής γράφει ότι από το σεισμό πολύ υπέφεραν το Λιδωρίκι, η Άμφισσα, η Ναύπακτος και το Γαλαξίδι με τα περίχωρα. Το χωρίο Μυνιά (Αγία Ευθυμία) καταστράφηκε τελείως και ξαναχτίστηκε. Βλάφτηκαν από το σεισμό τα χωριά Καλοπετρίτσα, Βουνοχώρα, Πέντε Όρνια και άλλα της Φωκίδας και της Αιτωλοακαρνανίας. Ο σεισμός έγινε Βίαια αισθητός στην Πελοπόννησο και στα Επτάνησα.

1882, 3 Αυγούστου, (V-VI). Ισχυρή σεισμική δόνηση προκάλεσε στο Αγρίνιο ελαφρές βλάβες.

1907, 7 Νοεμβρίου, (V-VI). Ισχυρή σεισμική δόνηση προκάλεσε ζημιές στην Αμφιλοχία, Η δόνηση έγινε ισχυρά αισθητή στη Λευκάδα, Αγρίνιο, Άρτα και Μεσολόγγι.

1914, 27 Νοεμβρίου, Λευκάδα (IX). Ο σεισμός έγινε έντονα αισθητός στη ΒΔ Ελλάδα, Δυτική Πελοπόννησο και Ιόνια νησιά. Έγινε επίσης αισθητός στην Κέρκυρα, Γιάννενα, Λάρισα, Κυπαρισσία. Του σεισμού προηγήθηκαν δονήσεις μερικές μέρες πριν. Η μεγαλύτερη από αυτές έγινε στις 23 Νοεμβρίου ($M=5.3$) και ήταν Βίαια αισθητή στη Λευκάδα και προκάλεσε μικρές 8λάβες και στην Πρέβεζα, Αιτωλικό, Μεσολόγγι και Αργοστόλι. Ακολούθησαν μικρότεροι μετασεισμοί από τους οποίους ο μεγαλύτερος έγινε στις 3 Δεκεμβρίου ($M=4.6$). Επίσης, παρατηρήθηκε Θαλάσσιο κύμα βαρύτητας (τσουνάμι) ύψους 2-3 μ.

1917, 24 Δεκεμβρίου, Αιτωλία (VIII). Στη Ναύπακτο γκρεμίστηκαν τοίχοι και κατέρρευσαν καπνοδόχοι. Προκλήθηκε κατάρρευση μεγάλων βράχων και παρατηρήθηκαν ανωμαλίες στις παροχές των πηγών. Στην Αχαΐα και στο Λιδωρίκι προηγήθηκε Θόρυβος. Ο σεισμός έγινε πάρα πολύ έντονα αισθητός στην Πάτρα και το Μεσολόγγι, πολύ έντονα αισθητός στο Αιτωλικό, Αγρίνιο, Αίγιο, έντονα αισθητός στον Αστακό, Υπάτη, Αράχοβα, Ιθάκη και ασθενέστερα στη Γαστούνη, Δημητσάνα και Αργοστόλι. Οι δονήσεις συνεχίστηκαν για δύο μήνες, ενώ προηγήθηκαν ισχυρές δονήσεις. Ο μεγαλύτερος προσεισμός έγινε στις 23 Δεκεμβρίου ($M=4.9$) και ο μεγαλύτερος μετασεισμός στις 9 Ιανουαρίου 1913 ($M=5.5$).

1921, 13 Σεπτεμβρίου, Ακαρνανία (VIII). Ο σεισμός ακολουθήθηκε από υπόγειο θόρυβο στην Αμφιλοχία, όπου ρωγμές παρατηρήθηκαν σε όλους τους τοίχους των σπιτιών που βρίσκονται κατά μήκος της ακτής και γκρέμισε και μερικά σπίτια στο δυτικό μέρος της. Κατά μήκος και κατά πλάτος της αποβάθρας παρουσιάστηκαν ρωγμές μέχρι 300m μήκος. Η πλευρά της αποβάθρας προς τη θάλασσα βυθίστηκε κατά 50cm. Στο χωριό Λουτρό όλα τα σπίτια ρηγματώθηκαν και μερικά ανατράπηκαν. Στην Πρέβεζα, Λευκάδα και στο Μεσολόγγι μερικά σπίτια ρηγματώθηκαν. Πολλές ασθενείς δονήσεις ακολούθησαν την κύρια δόνηση. Ο μεγαλύτερος μετασεισμός έγινε στις 14 Σεπτεμβρίου ($M=5.4$).

1949, 4 Οκτωβρίου, Αιτωλία. Σφοδρός σεισμός στην Αιτωλία, ο οποίος επέφερε Βλάβες στο χωριό Θέρμο. Του κυρίου σεισμού προηγήθηκαν σεισμικές δονήσεις και επακολούθησαν αρκετοί μετασεισμοί, μεταξύ αυτών και ένας με μέγεθος 5R.

1953, 21 Οκτωβρίου, Ακαρνανία (VIII). Ο σεισμός προκάλεσε Βλάβες στην Αιτωλία και κυρίως στα χωριά Καντήλα, Βασιλόπουλο, Καραϊσκάκη (VIII), Αστακός, Μύτικας, Χρυσοβίτσα (VII), Παναγούλα, Αρχοντοχώρι και Βάρνακα (VI+). Προηγήθηκαν προσεισμοί, ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε την ίδια μέρα με τον κύριο σεισμό ($M=5.6$) και ακολουθήθηκε από μετασεισμούς, ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε στις 28 Νοεμβρίου ($M=5.5$).

1953, 30 Νοεμβρίου, (VIII). Σφοδρότατος σεισμός μεγέθους $M=5.2R$ στη νότια πλευρά της λίμνης Τριχωνίδας, ο οποίος προκάλεσε καταστροφές στη γύρω περιοχή.

1955, 21 Δεκεμβρίου, (V). Ισχυρή σεισμική δόνηση μεγέθους $M=5.2R$ στη ΝΔ ακτή της λίμνης Τριχωνίδας. Έγινε αισθητή στον Αστακό και στην Πάτρα.

1960, 5 Μαΐου, (V-VI). Ισχυρός σεισμός μεγέθους $M=4.5-5R$ κοντά στη νότια όχθη της λίμνης Τριχωνίδας, ο οποίος προκάλεσε ζημιές στα γύρω χωριά.

1965, 31 Μαρτίου, $M=6.8$, Αιτωλία (VIII+). Πρόκειται για ισχυρό σεισμό ενδιαμέσου; Βάθους ο οποίος προκάλεσε σημαντικές δλάδες κυρίως στην Αιτωλία όπου 15 σπίτια καταστράφηκαν, 1.418 έπαθαν μη επισκευάσιμες 8λάδες και 506 ελαφρές βλάβες. Σκοτώθηκαν 6 άνθρωποι και τραυματίστηκαν 17. Παρατηρήθηκαν στο έδαφος της επικεντρικής περιοχής ρωγμές μήκους 10-20m και πλάτους 10-15cm. Οι μεγαλύτερες εντάσεις παρατηρήθηκαν στο Αγρίνιο, Βουρλεσία, Γραμματικό (VIII+) της Αιτωλίας και σε μερικά χωριά της Αχαΐας.

1965, 4 Απριλίου, Αρκαδία {X}. Πρόκειται για σεισμό, ο οποίος έγινε στη κεντρική Πελοπόννησο προκαλώντας Βλάβες και στην Αιτωλοακαρνανία. Συνολικά καταστράφηκαν 1.426 σπίτια, έπαθαν μη επισκευάσιμες Βλάβες 7.051 και ελαφρότερες 15.906. Σκοτώθηκαν 18 άνθρωποι και τραυματίστηκαν 17. Παρατηρήθηκαν στο έδαφος σε διάφορα σημεία της πλειόσειστης περιοχής, ρωγμές μήκους 30-500m και πλάτους 3-5 cm. Ακολούθησαν μετασεισμοί ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε στις 7 Απριλίου (M=4.5).

1966, 5 Φεβρουαρίου, Λίμνη Κρεμαστών (IX). Το επίκεντρο του σεισμού βρίσκεται στην περιοχή της τεχνητής λίμνης των Κρεμαστών. Προκάλεσε βλάβες που οφείλονται κυρίως σε κατολισθήσεις. Σκοτώθηκε 1 άνθρωπος και τραυματίστηκαν 60. Του σεισμού προκλήθηκε ασυνήθιστα μεγάλος αριθμός προσεισμών ο μεγαλύτερος από τους οποίους έγινε στις 5 Φεβρουαρίου (M=5.3). Αυτή η ακολουθία συσχετίστηκε με την πλήρωση της τεχνητής λίμνης των Κρεμαστών.

1966, 29 Οκτωβρίου, Ακαρνανία {VIII}. Το επίκεντρο του σεισμού βρίσκεται στην περιοχή του Αμβρακικού κόλπου. Προκάλεσε βλάβες στην Ακαρνανία όπου 25 καταστράφηκαν, 420 έπαθαν μη επισκευάσιμες Βλάβες και 548 έπαθαν σοβαρές. Σκοτώθηκε ένας άνθρωπος και τραυματίστηκαν 43 από τους οποίους οι 23 σοβαρά. Αμφιλοχία παρατηρήθηκε μια ρωγή μήκους 2km και πλάτους 1-2cm μεταξύ της αποβάθρας του Λιμανιού και της παραλιακής οδού. Οι μεγαλύτερες εντάσεις παρατηρήθηκαν στην Κατούνα (VIII) και στις Φυτείες {VII}.

ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΕΝΤΑΣΕΙΣ

Για τον παρόντα κυρίως αιώνα υφίστανται ορισμένοι χάρτες κατανομής των εντάσεων σε σημαντικούς σεισμούς που έπληξαν τον νομό Αιτωλίας-Ακαρνανίας, είτε βέβαια είχαν επίκεντρο στην ίδια την περιοχή έρευνας, είχε σε γειτονικές περιοχές.

ΛΕΔΟΜΕΝΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΠΡΟΣΦΑΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ

Μετά την παράθεση των ιστορικών στοιχείων, των στοιχείων για τις μακροσεισμικές εντάσεις και των στοιχείων των ενόργανων καταγραφών θα επιχειρηθεί να δοθεί μία συνοπτική εικόνα για τους σεισμούς, οι οποίοι έπληξαν τις τελευταίες δεκαετίες την περιοχή της έρευνας και για τους οποίους υπάρχουν αξιόπιστα δεδομένα. τὸν στοιχείων τους, των Λοιπών χαρακτηριστικών και των αποτελεσμάτων τους, όπως αυτά παρουσιάζονται σε επιστημονικές δημοσιεύσεις.

Από την αξιοποίηση των ανωτέρω επιστημονικών εργασιών που αναφέρονται στην περιοχή της έρευνας διαπιστώνονται τα ακόλουθα στοιχεία:

1953, 4 Μαρτίου, Ναύπακτος. Ουσιαστικά πρόκειται για 3 σεισμικές δονήσεις στις 4, 6 και 7 Μαρτίου 1953, εκ των οποίων ο σεισμός της 4ης Μαρτίου επέφερε αρκετές ζημιές. Ειδικότερα, παρατηρήθηκαν ορισμένες ζημιές σε αμμοκονιάματα κατασκευών, ενώ διαμπερείς ρωγμές και αποκολλήσεις τοίχων παρατηρήθηκαν σε πολύ λίγες περιπτώσεις παλαιών κτηρίων και κατά μήκος μιας διεύθυνσης Α-Δ. Σύμφωνα με τα δεδομένα, τις πλέον σημαντικές βλάβες υπέστη το ανατολικό τμήμα της πόλης της Ναυπάκτου, όπου οι κατασκευές ήταν θεμελιωμένες σε χαλαρούς σχηματισμούς. Ο μέγιστος εκτιμώμενος βαθμός έντασης υπολογίστηκε σε VI-VII. Σημειώνεται ότι ορισμένες βλάβες παρατηρήθηκαν και στην πόλη του Αντιρρίου.

1966, 5 Φεβρουαρίου, Λίμνη Κρεμαστών. Για το συγκεκριμένο σεισμό έγινε ήδη αναφορά σε προηγούμενη παράγραφο. Με το δεδομένο όμως ότι ο σεισμός αλλά και όλη η σεισμική ακολουθία συσχετίστηκε με την πλήρωση του φράγματος των Κρεμαστών, αρκετοί ερευνητές μελέτησαν με λεπτομέρεια το φαινόμενο και κυρίως σε ότι αφορά στους μηχανισμούς γένεσης και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά. Με δάση τα στοιχεία, η μέγιστη παρατηρηθείσα ένταση ήταν IX βαθμού της κλίμακας Mercalli-Sieberg. Οι δλάδες μεγαλύτερου Βαθμού περιορίστηκαν στην Αιτωλοακαρνανία. Η συνολική έκταση όμως της σεισθείσας περιοχής ανέρχεται σε 80.000 τετραγωνικά χιλιόμετρα περίπου, το δε εστιακό βάθος ήταν της τάξης των 20 χιλιομέτρων. Τα δύο πιθανότερα επίπεδα διάρρηξης είχαν διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ με σημαντική οριζόντια μετατόπιση των εκατέρωθεν ρηξιτεμαχών.

1975, 31 Δεκεμβρίου, Λίμνη Τριχωνίδας. Κατά την περίοδο Ιουνίου-Δεκεμβρίου προκλήθηκε μια σειρά από 3 ισχυρούς σεισμούς. Ο πρώτος σεισμός μεγέθους $M_s=5.4$ συνέβη στις 13:26:55 G.M.T. στις 30 Ιουνίου 1975 με επίκεντρο $38^{\circ}29'18''B$, $21^{\circ}40'00''A$ και βάθος 10km, 3 km ανατολικά του χωριού Κάτω-Μακρινού, όπου παρατηρήθηκε η μέγιστη ισόσειστη έντασης VII - VIII. Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία ο σεισμός προκάλεσε ζημιές στις ιδιοκτησίες σε αρκετές περιοχές. Περισσότερα από 60 παλαιά σπίτια καταστράφηκαν και 34 έπαθαν σοβαρές ζημιές. Ο δεύτερος σεισμός μεγέθους $M_s=5.7$ συνέβη στις 16:07:51.7 G.M.T. στις 21 Δεκεμβρίου 1975 με επίκεντρο $38^{\circ}29'17''B$, $21^{\circ}45'05''A$ και βάθος 5km, 11 km ανατολικά του χωριού Κάτω-Μακρινού, όπου ήταν αδύνατο να εκτιμήσει η μέγιστη ένταση, γιατί ο τρίτος ισχυρός σεισμός της σειράς συνέβη 10 μέρες αργότερα. Ο τρίτος σεισμός μεγέθους $M_s=5.9$ έλαβε χώρα στις 09:46:9.5 G.M.T. στις 31 Δεκεμβρίου 1975 με επίκεντρο $38^{\circ}30'08''B$, $21^{\circ}46'07''A$ και βάθος 3km, 12 km ανατολικά του χωριού Κάτω-Μακρινού. Η μέγιστη παρατηρούμενη ισόσειστη (συσσωρευτική) ήταν VIII - IX έντασης στο χωριό Κάτω-Μακρινού. Λίγες περιπτώσεις κατολισθήσεων και εδαφικών διαρρήξεων παρατηρήθηκαν στην επικεντρική περιοχή. Σύμφωνα με επίσημα στοιχεία, 200 παλιά σπίτια καταστράφηκαν και 580 έπαθαν σοβαρές ζημιές. Ένας άνθρωπος πέθανε και δύο τραυματίστηκαν ελαφρά. Προσεισμική και μετασεισμική δραστηριότητα παρατηρήθηκε στον πρώτο και στον τρίτο σεισμό, όπου καταγράφηκαν περισσότεροι από 2000 μετασεισμοί με μέγεθος M_L μεταξύ 1.5 και 4.6R. Η σειρά των τριών ισχυρών σεισμών με τους πολυάριθμους μετασεισμούς προκάλεσε τόσο εκτεταμένες ζημιές στις ιδιοκτησίες σε αρκετές περιοχές, ιδιαίτερα στο ΝΑ τμήμα της λίμνης Τριχωνίδας, όσο και πανικό και άγχος στους κατοίκους λόγω της πιθανότητας μελλοντικών δονήσεων.

Οι ενόργανες τιμές του βάθους του πρώτου και τρίτου σεισμού υπολογίστηκαν σε 10 και 3 km αντίστοιχα. Από τη σύγκριση των υποκέντρων που εκτιμήθηκε από τα όργανα και από τα μακροσεισμικά δεδομένα, παρατηρήθηκε ότι ο εμπειρικός τύπος εκτίμησης του υπόκεντρου με τα μακροσεισμικά δεδομένα δίνει ενδεικτικές τιμές. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα επίκεντρα βρίσκονταν περισσότερο κατά μήκος ρηγμάτων και διαρρήξεων, γεγονός που υποδεικνύει ότι πρόκειται για ενεργές νεοτεκτονικές δομές.

Από τις επιλύσεις των ρηξιγενών επιπέδων, παρατηρήθηκε μια αλλαγή στο είδος της κίνησης. Η κίνηση του ρήγματος κατά το σεισμό ίου Ιουνίου ήταν ανάστροφη και δεξιόστροφη, ενώ στους δύο επόμενους σεισμούς του Δεκεμβρίου ήταν κανονική και αριστερόστροφη. Τα επίκεντρα των δύο τελευταίων σεισμών τοποθετήθηκαν 5 km ανατολικότερα του πρώτου, στο νοτιοανατολικό άκρο του βυθίσματος όπου μια σειρά κανονικών ρηγμάτων διεύθυνσης NW-SE δημιούργησαν έναν απότομο τοπογραφικό γκρεμό. Οι επιλύσεις των ρηξιγενών επιπέδων των 2 τελευταίων σεισμών έδειξαν κανονικά ρήγματα με διεύθυνση και κλίση σχεδόν ίδια με αυτών που παρατηρήθηκαν ΣΤΗΝ επιφάνεια της περιοχής.

Τα κατεστραμμένα χωριά ήταν δομημένα σε διαφορετικά εδάφη τόσο από γεωλογικής, όσο και από εδαφοδυναμικής πλευράς. Οι ζημιές επεκτάθηκαν σε μια ελλειπτική περιοχή με κύριο άξονα μήκους 15km περίπου. Ανεξάρτητα από τους διάφορους τύπους κτιρίων που καταστράφηκαν μπορεί να λεχθεί ότι οι σεισμοί συσώρευσαν τις ζημιές σε περιοχές με χαλαρά εδαφικά υλικά μικρού ή μεσαίου πάχους. Η αύξηση των βλαβών στις περιοχές με χαλαρά εδαφικά υλικά μπορεί να οφείλεται:

- Στην αύξηση της διάρκειας της εδαφικής κίνησης.
- Στην περισσότερη ομοιομορφία, στον τομέα της συχνότητας, εδαφικής κίνησης.
- Στην αύξηση των μετακινήσεων και των ταχυτήτων της εδαφικής κίνησης.
- Στην αλλοίωση που οφείλεται στη γήρανση των κτηρίων που έχουν δομηθεί σε χαλαρά υλικά, η οποία είναι μεγαλύτερη από αυτή των κτηρίων που έχουν δομηθεί πάνω σε πέτρωμα.

Κατά τους συγκεκριμένους σεισμούς καταγράφηκε η διεύθυνση κατάπτωσης διαφόρων αντικειμένων. Σχεδόν όλα τα αντικείμενα περιορίστηκαν σε μια διεύθυνση κατά τη διάρκεια της κίνησης τους εξαιτίας του σεισμού. Όλες οι διευθύνσεις αυτών των κινήσεων ήταν παράλληλες ως προς Β-Α, Ν-Δ. Σαν αποτέλεσμα της σεισμικής δραστηριότητας ήταν η δημιουργία κάποιων κατολισθήσεων, και διαρρήξεων στο έδαφος. Καταγράφηκαν επίσης καταπτώσεις βραχών από γκρεμούς. Μια περιορισμένη κατολίσθηση παρατηρήθηκε στα νότια του χωριού Ανάληψη. Μια εδαφική διάρρηξη παρατηρήθηκε κατά μήκος του δρόμου Βλαχομάνδρα-Δουνείκα. Η πιο ενδιαφέρουσα εδαφική διάρρηξη παρατηρήθηκε στην κοιλάδα Κόφτρα μετά το σεισμό της 31ης Δεκεμβρίου. Η επιφάνεια του εδάφους ήταν οριζόντια και η διάρρηξη είχε συνολικά μήκος 200m και διεύθυνση ΝΑ.

1983, Μάρτιος-Απρίλιος, Πάλαιρος. Πρόκειται για μια σεισμική ακολουθία, η οποία εκδηλώθηκε στην ευρύτερη περιοχή της Ακαρνανίας - Λευκάδας και η οποία διαδέχθηκε τον μεγάλο σεισμό της 17 Ιανουαρίου 1983 που εκδηλώθηκε στην περιοχή της Κεφαλλονιάς. Από το σύνολο των σεισμών διακρίθηκαν δύο κύριοι σεισμοί μεγέθους $M_s=5.3$ και 5.4 της κλίμακας Richter στις 16 και 23 Μαρτίου 1983 και σε βάθη 1 km και 1 ± 5 km, αντίστοιχα. Τα επίκεντρα των σεισμών αυτών εντοπίστηκαν 5 km και 1 km ανατολικά του οικισμού Πάλαιρος, ενώ ο μεγαλύτερος των μετασεισμών είχε μέγεθος $M_s=4.2$ και εκδηλώθηκε την 1η Απριλίου 1983.

Οι επιφανειακές διαρρήξεις εκδηλώθηκαν σε τρεις κλάδους (δύο κύριους με μήκος 1800 και 1700 μέτρα και ένα δευτερεύοντα μήκους 350 μέτρων) διατέμνοντας τον οικισμό Σκλάβενας. Κάθε κλάδος αποτελείτο από ρωγμές, οι οποίες χαρακτηρίζονταν από κλιμακωτή διάταξη (en echelon) και είχαν γενική διεύθυνση Α-Δ με εκατέρωθεν αποκλίσεις περίπου 20° . Η κίνηση είναι αριστερόστροφη με έντονη τη διατμητική συνιστώσα, ενώ τόσο η κατακόρυφη μετακίνηση όσο και το άνοιγμα των ρωγμών ήταν της τάξης μερικών εκατοστών. Από την αξιολόγηση των επιτόπιων παρατηρήσεων επαληθεύτηκε η εντατική κατάσταση στην οποία βρισκόταν η περιοχή, σύμφωνα με τα στοιχεία της ανάλυσης του μηχανισμού γένεσης των διάφορων σεισμών που έχουν εκδηλωθεί. Η διάρρηξη στον κεντρικό οικισμό ήταν ορατή κατά μήκος ζώνης εύρους 2 περίπου μέτρων και βρισκόταν στο δυτικό ήμισυ του. Είχε επηρεάσει τους ασβεστόλιθους και την τσιμεντίνη επίστρωση του δρόμου. Σε μια περίπτωση μάλιστα διερχόταν μέσω οικίας και συνεχιζόταν κατάντη του οικισμού στις πρόσφατες αποθέσεις. Από κινηματική άποψη, η μετακίνηση ήταν 2-5 cm, κατά τη διεύθυνση της οριζόντιας ολίσθησης μέχρι 10cm και το άνοιγμα της ρωγμής μέχρι 5cm. Στα όρια του οικοδομικού χώρου τα μεγέθη αυτά είχαν μικρότερες τιμές. Στον συνοικισμό Τζουνείκα, νότια του κεντρικού, ο δεύτερος κλάδος της διάρρηξης διερχόταν εκτός οικοδομικού χώρου και στο μεγαλύτερο μήκος του μέσα στους ασβεστόλιθους. Διακρίνεται για τη μεγάλη οριζόντια και κατακόρυφη μετακίνηση, μέχρι 15cm και 5cm αντίστοιχα, ενώ το άνοιγμα της ρωγμής έφθανε σε μερικές περιπτώσεις τα 8-10 cm. Ο τρίτος και μικρότερος κλάδος είχε εξελιχθεί μέσα σε ασβεστόλιθους.

Στην ευρύτερη περιοχή του οικισμού Σκλάβενα εκδηλώθηκαν δευτερογενή φαινόμενα. Πρόκειται για καταπτώσεις μεμονωμένων ασβεστολιθικών Βράχων συνήθως μικρών τεμαχίων πετρώματος μέχρι 2m^3 , όπου παράλληλα με τη σεισμική φόρτιση συνέδρασαν η κλίση του πρανούς και οι διαρρήξεις του πετρώματος. Σε μια μόνο περίπτωση, στο βόρειο όριο του οικισμού, αποκολλήθηκε από τα απότομα πρανή του επωθημένου ασβεστολιθικού όγκου και κατέπεσε, ασβεστολιθικός βράχος, διαστάσεων 10m περίπου. Κατέπεσαν επίσης πολλοί τοίχοι από "ξερολιθιά" και υποχώρησαν πρόσφατες επιχωματώσεις. Τα φαινόμενα αυτά παρουσιάστηκαν πιο έντονα στις ζώνες που εκδηλώθηκαν επιφανειακές διαρρήξεις. Στην περίπτωση αυτή ακόμα και με απουσία πρανών, που οπωσδήποτε ευνοούν τις καταπτώσεις βραχούν σε περίπτωση σεισμικής φόρτισης, παρατηρήθηκαν στις ασβεστολιθικές μάζες με "ανασήκωμα" και μετατόπιση. Σχετικά με τις ζημιές που προκλήθηκαν σημειώνεται ότι δεν υπήρξαν ζώνες στον οικοδομικό χώρο του κεντρικού οικισμού, τόσο στους ασβεστόλιθους όσο και στα λατυποπαγή, όπου οι ζημιές να ήταν εκλεκτικές, γεγονός που δείχνει ότι ο καθοριστικός παράγοντας για τη κατανομή των εντάσεων δεν ήταν τόσο το έδαφος θεμελίωσης όσο η ποιότητα κατασκευής. Οι συνθήκες του εδάφους θεμελίωσης κρίνονται ικανοποιητικές, είτε πρόκειται για ασβεστόλιθους, είτε για συνεκτικά κροκαλοπαγή. Αναλυτικότερα, στον κεντρικό οικισμό οι ζημιές που προκλήθηκαν από τη σεισμική φόρτιση αναφέρονταν σε όλα τα κτίσματα, παλαιά και νέα και οφείλονταν στην πλημμελή θεμελίωση και στην κακή κατασκευή. Γενικά, οι μεν παλαιές οικίες ήταν λιθόκτιστες, ενώ στις νέες φέρων οργανισμός ήταν η ίδια η τοιχοποιία από τούβλα με ένα, σε ελάχιστες περιπτώσεις δύο ή/και χωρίς σενάζ. Οι μεγαλύτερες ζημιές παρουσιάστηκαν κυρίως σε παλαιές λιθόκτιστες κατασκευές, όπου συνδυάζεται η κακοτεχνία στην ανωδομή με την κλίση, σχετικά ήπια, του εδάφους θεμελίωσης.

Συμπερασματικά, με τους σεισμούς Μαρτίου-Απριλίου 1983, η απελευθέρωση της σεισμικής ενέργειας διευκολύνθηκε κατά μήκος νεοτεκτονικών ρηγμάτων με γενική διεύθυνση Α-Δ που ενεργοποιήθηκαν. Τα στοιχεία της μεγάλης για το μέγεθος του σεισμού επιφανειακής διάρρηξης στους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς και τις χαλαρές αποθέσεις της περιοχής του οικισμού Σκλάβενα, έδειξαν ότι πρόκειται για αριστερόστροφα ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης, με μικρή κατακόρυφη συνιστώσα, που οφειλόταν στο καθεστώς συμπίεστικών τάσεων που επικρατούσε στην περιοχή.

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Από την παρουσίαση των δεδομένων διαπιστώνεται ότι στην περιοχή της έρευνας έχει εκδηλωθεί ένας σημαντικός αριθμός σεισμικών κινήσεων, οι οποίες είναι αποτέλεσμα της έντονης νεοτεκτονικής παραμόρφωσης- Από την αξιολόγηση των στοιχείων είναι δυνατό να διατυπωθούν σε πρώτο επίπεδο τα ακόλουθα βασικά συμπεράσματα:

- Παρατηρείται εκλεκτική κατανομή των epicέντρων των σεισμών σε ορισμένες περιοχές όπως η περιοχή του Αμβρακικού κόλπου, της Ναυπάκτου, του Αστακού-Πάλαιρου, της Τριχωνίδας, του Αντιρρίου, κλπ. Αυτό εκφράζεται και στο σύνολο των ενόργανων σεισμολογικών δεδομένων για μεγάλα χρονικά διαστήματα και σε δεδομένα ενός έτους (1996).
- Σε πολλές περιπτώσεις τα epicέντρα των σεισμών ταυτίζονται με μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες ή βρίσκονται στις περιοχές τεκτονικών βυθισμάτων.
- Από τα δεδομένα που υφίστανται για πρόσφατους καταστροφικούς σεισμούς διαπιστώνεται ότι οι σεισμοί ήταν σχετικά μικρού μεγέθους, με μικρό εστιακό βάθος και μικρή επικεντρική απόσταση. Κύρια αίτια εκδήλωσης των καταστροφών ήταν η κατάσταση των κατασκευών, οι τοπικές εδαφικές συνθήκες, η παρουσία ιδιαίτερων νεοτεκτονικών συνθηκών (π.χ. παρουσία ρηγμάτων), κ.ά.

- Κατά τη διάρκεια σεισμικών κινήσεων σε ιστορικούς χρόνους, αλλά και σε σύγχρονους σεισμούς ταυτόχρονα με τις σεισμικές κινήσεις εκδηλώθηκαν και συνοδό γεωδυναμικά φαινόμενα, όπως κατολισθήσεις-καθιζήσεις, εδαφικές διαρρήξεις, σεισμικές διαρρήξεις, κύματα τσουνάμι και ρευστοποιήσεις εδαφών, με αποτέλεσμα να προκληθεί πρόσθετα μεγάλος αριθμός θανάτων και να πολλαπλασιαστούν οι καταστροφές.

- Πολλές από τις σεισμικές δονήσεις παρά το γεγονός ότι είχαν επίκεντρο εκτός των ορίων της έρευνας, εντούτοις προξένησαν ιδιαίτερες καταστροφές σε περιοχές του νομού Αιτωλίας - Ακαρνανίας. Μερικές φορές μάλιστα η απόσταση επικέντρου - περιοχών εκδήλωσης υψηλών εντάσεων είναι σημαντική. Τούτο είναι εύκολα αντιληπτό από την εξέταση των χαρτών των καμπυλών των εντάσεων όπου παρατηρούνται νησίδες υψηλών καταστροφών με ποικίλη γεωγραφική διανομή και οφείλονται, είτε στις επικρατούσες εδαφοτεχνικές - εδαφοδυναμικές τοπικές συνθήκες, είτε σε φαινόμενα ενίσχυσης σεισμικών κυμάτων κατά μήκος ρηξιγενών ζωνών, κλπ. Σε ορισμένες περιπτώσεις κύριο λόγο στην εκδήλωση των σεισμών έπαιξαν ανθρώπινες παρεμβάσεις στο περιβάλλον με πλέον αντιπροσωπευτική την περίπτωση της λίμνης των Κρεμαστών.

• ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η πεδιάδα του Αγρινίου, ιδιαίτερα δυτικά της λίμνης Λυσιμαχείας, καλύπτεται από φερτά υλικά του Αχελώου, γεγονός που δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης υπόγειας υδροφορίας. Οι βασικές πηγές νερού, στην περιοχή ερεύνης, είναι οι πηγές της κοιλάδος του Αγρινίου και της Λάμπρας Λεσινίου. Η υδροφορία των μεγάλων πηγών της Λάμπρας, ετήσιου δυναμικού περί τα $(250-300) \times 10^6 \text{ m}^3$, δεν παρουσιάζει αξία για περαιτέρω εκμετάλλευση λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε θεικά ιόντα. Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί η ύπαρξη των αλλουβιακών πηγών Αγγελοκάστρου που αναβλύζουν σε υψόμετρο περίπου + 17 - 18 m. Οι κύριες λεκάνες απορροής στην περιοχή ερεύνης είναι η λεκάνη απορροής του ποταμού Αχελώου και οι λεκάνες των φυσικών λιμνών Τριχωνίδος, Λυσιμαχείας.

Μικρότερες λεκάνες απορροής που εκβάλλουν από βόρεια στη Λίμνη Λυσιμαχεία είναι αυτή του ρέματος Ερμίτσα και του ρέματος του Αγρινίου που μεταφέρει τα λύματα της πόλεως.

Άλλα ρέματα που ενδιαφέρουν την περιοχή μελέτης, είναι ο χείμαρρος Ζέρβας (B-BA της περιοχής) ουσιαστικά παραπόταμος του Αχελώου, ο χείμαρρος Γαιδουροπνίχτης (N-NΔ του Αγγελοκάστρου) που εκβάλλει στη λιμνοθάλασσα του Αιτωλικού και μια σειρά από μικρότερα ρέματα όπως το Πλατανόρεμα βόρεια του οικισμού του Ελαιόφυτου. Τα τελευταία χρόνια κατασκευάσθηκαν πολλά έργα υποδομής (υδροηλεκτρικά, αρδευτικά, εγγειοβελτιωτικά), με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν τεχνητές λίμνες (Κρεμαστών, Καστρακίου), να αλλάξει ο ρους του Αχελώου, να διανοιχτούν διώρυγες και αρδευτικά κανάλια, να αποξηρανθούν βαλτώδεις εκτάσεις και γενικότερα να διαμορφωθεί ένα πολύπλοκο υδρογραφικό δίκτυο.

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ - ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το κλίμα της περιοχής είναι ηπειρωτικό με χαρακτηριστικά μεσογειακού. Τα μετεωρολογικά στοιχεία της περιοχής έχουν παρθεί από τον σταθμό της ΕΜΥ στο Αγρίνιο για την τελευταία 30 ετία, από το 1956 έως το 1996. Από την επεξεργασία των μετεωρολογικών δεδομένων προκύπτουν τα ακόλουθα :

Άνεμοι

Οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή είναι οι ανατολικοί και οι δυτικοί με συχνότητα άνω του 8 % ενώ ακολουθούν οι νότιοι και οι βόρειοι άνεμοι με συχνότητα άνω του 6.5 %. Νηνεμία επικρατεί σε ποσοστό 48 %. Άνεμοι εντάσεως > 6 μποφόρ πνέουν πρακτικά με αμελητέα συχνότητα 0.6 % ενώ οι επικρατούσες εντάσεις ανέμων είναι 1-3 Β.

Θερμοκρασία

Ο θερμότερος μήνας στην περιοχή είναι ο Αύγουστος με μέση θερμοκρασία για την τριακονταετία τους 26.9 ° C ενώ ο ψυχρότερος είναι ο Ιανουάριος με μέση θερμοκρασία τους 8.2 ° C. Η μέση θερμοκρασία είναι 17.2 ° C και το μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι 18.7 ° C. Η ζεστή - ξερή περίοδος διαρκεί από τα μέσα Ιουνίου μέχρι τις αρχές Σεπτεμβρη. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία που έχει σημειωθεί είναι 33.6 ° C ενώ η μέση ελάχιστη 3.4 ° C. Σε απόλυτες τιμές η μέγιστη θερμοκρασία στην ίδια περίοδο σημειώθηκε τον μήνα Αύγουστο (44.8 ° C) και η απόλυτη ελάχιστη τον μήνα Φεβρουάριο (-7.8°C).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4: Μέσες και απόλυτες θερμοκρασίες °C από το μ.σ. Αγρινίου (1956 -1996)				
Μέση	Μέση μέγιστη	Μέση ελάχιστη	Απόλύτως Μέγιστη	Απόλύτως Ελάχιστη
17.2	23.0	10.3	44.8	7.8

Βροχοπτώσεις και υγρασία

Το ετήσιο ύψος βροχής ανέρχεται στα 936.3 mm. Ο ξηρότερος μήνας είναι ο Ιούλιος (14.5 mm) και ο πλέον βροχερός ο Νοέμβριος (161.3 mm) . Το ποσοστό υγρασίας κυμαίνεται από 55 % τον Ιούλιο έως 78.3 % το Δεκέμβριο. Η μεγαλύτερη συχνότητα βροχής σε ημέρες παρατηρείται το μήνα Δεκέμβριο ενώ ετησίως βρέχει κατά μέσο όρο 109 ημέρες συνολικά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5 ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (MM)			
Μέσο μηνιαίο	Μέγιστο μηνιαίο	Μέγιστο ημερήσιο	Ετήσιο
78.0	161.3	171.7	936.3

Άλλα καιρικά φαινόμενα

Η συχνότητα χιονοπτώσεων είναι αμελητέα (0.9 ημέρες ετησίως) και περιορίζεται την περίοδο από Δεκέμβριο μέχρι και Μάρτιο. Χαλάζι πέφτει 2.7 ημέρες το χρόνο ενώ παγετός σημειώνεται 19.5 ημέρες αντίστοιχα από Νοέμβριο μέχρι Μάρτιο.

ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Ο νομός καταλαμβάνει μια συνολική έκταση 5.450 στρέμματα εκ των οποίων το 21 % είναι πεδινά, το 33 % ημιορεινά και το 46 % ορεινά. Οι καλλιέργειες του νομού εκτείνονται στην πεδινή κυρίως ζώνη και μαζί με τις πεζούλες που καλύπτουν τμήμα της ορεινής και ημιορεινής ζώνης φτάνουν να καταλαμβάνουν το ένα πέμπτο του νομού. Τα δάση καλύπτουν το ένα πέμπτο της έκτασης του νομού και αποτελούνται από δρύες (31 %), θαμνώδη αείφυλλα, πλατύφυλλα (50 %) και έλατα (19 %). Τέλος τα βοσκοτόπια, εκτάσεις δηλαδή με χαμηλή ή ψηλή θαμνώδη βλάστηση και αραιά δάση, εκτείνονται στο μισό νομό και κυριαρχούν στα τοπία του Ξηρομέρου, του Βάλτου και της ημιορεινής Ναυπακτίας. Οι χρήσεις γης ανά βασική κατηγορία για τις επαρχίες Τριχωνίδος, Μεσολογγίου, Βάλτου, Βονίτισης & Ξηρομέρου και για όλο το Νομό, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.6: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΚΤΑΣΕΩΣ ΑΝΑ ΒΑΣΙΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΡΗΣΕΩΣ ΓΗΣ (ΧΙΛΙΑΔΕΣ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ)							
ΕΠΑΡΧΙΑ/ ΝΟΜΟΣ	Σύνολο εκτάσεως	Καλλιεργ/νες εκτάσεις και αγροαπαύσεις	Βοσκότοποι	Δάση	Εκτάσεις που καλύπτονται από νερό	Εκτάσεις οικισμών, δρόμων, κλ.π.	Άλλες εκτάσεις
Επ Τριχωνίδας	1084	216.6	577.8	209.3	38.5	32.4	10.0
Επ Μεσολογγίου	854	272.9	408.2	75.6	66.1	18.7	10.5
Επ. Βάλτου	1213	140.3	569.4	446.5	43.7	9.5	3.9
Επ.Βονίτισης & Ξηρομέρου	1436	404.2	817.3	118.6	63.4	21.1	11.6
Ν. Αιτωλοακαρνανίας	5450	1122.9	2668.9	1275.4	227.1	103.1	49.8
Ποσοστό %	100	21	49	23	4.2	1.8	1.0

Πηγή: "Οικολογική Χωροταξική Μελέτη Των Χαρακτηριστικών Οικοσυστημάτων Λιμνών Αιτωλοακαρνανίας». ΥΠΕΧΩΔΕ

Η σημασία της γεωργίας για τον Νομό είναι μεγάλη. Οι κύριες εκτάσεις γεωργικής γης βρίσκονται στους κάμπους του Αγρινίου. Μεσολογγίου-Αιτωλικού, Αστακού. Το 50 % των γεωργικών εκτάσεων περίπου αρδεύεται. Κυρίαρχα είδη καλλιεργειών είναι το βαμβάκι και τα καπνά.

Έχουν οριοθετηθεί στο Νομό 3 οργανωμένες ζώνες κτηνοτροφικής ανάπτυξης (βόρειο τμήμα της επαρχίας Βάλτου, η περιοχή της Αμφιλοχίας, η ενδοχώρα ορεινού Ξηρομέρου).

Οι δασικές εκτάσεις κατανέμονται χωρικά σε όλο το ΒΑ και Ανατολικό τμήμα κυρίως του νομού με προέκταση προς νότο στον ορεινό όγκο του Αράκυνθου.

ΣΤΟ Νομό Αιτωλοακαρνανίας διακρίνονται τα εξής χερσαία οικοσυστήματα :

- **ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΑΣΩΝ (κωνοφόρων και πλατύφυλλων).**

Ελατοδάση συναντά κανείς και στα όρη Βάλτου, στην ορεινή Ναυπακτία, στα ορεινά της περιφέρειας Τριχωνίδος και αλλού.

Τα είδη των πλατύφυλλων που απαντώνται στο νομό είναι κυρίως δρύς, οξιά, καστανιά, αριά, πλάτανος, ψευδοπλάτανος, φράξος, λεπτοκαρυά, κουμαριά, πουρνάρι κλπ. Η καστανιά απαντάται σε αμιγείς συστάδες στην περιοχή του Άνω Κεράσοβου.

- **ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΑΚΚΙΑΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ**

Καταλαμβάνουν ένα μεγάλο τμήμα του νομού και είναι διάσπαρτα σε όλη του την έκταση. Αφορούν κυρίως πρινώνες, θαμνώνες, δενδρώδεις διαπλάσεις αειφύλλων πλατύφυλλων. Τα είδη που κυριαρχούν και προσδίδουν χαρακτηριστική φυσιογνωμία στα οικοσυστήματα αυτά είναι : πρίνος, κουμαριά, φιλίκι, πλάτανος, οστριά, φράξος, κουτσουπιά, κέδρος, αγριελιά, σπάρτο, αριά κλπ.

Εκτάσεις καλυπτόμενες με πλούσια μακκία βλάστηση είναι περιοχές όπου επικρατεί ο φλύσχος ενώ πλούσια βλάστηση με αείφυλλα πλατύφυλλα εκτείνονται βόρεια της Ποταμούλας Τριχωνίδος έως τη λίμνη Κρεμαστών.

- **ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΙΔΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ**

Ο Αράκυνθος με τα δρυοδάση του και το περίφημο καστανόλογγο αποτελεί εκτός από σημαντικό βιότοπο και ένα τοπίο ιδιαίτερης ομορφιάς. Η Κλεισούρα, χαράδρα ιδιαίτερου φυσικού κάλλους, στην οποία απαντώνται ενδημικά φυτά αποκλειστικά για την περιοχή.

Η λίμνη Τριχωνίδα, η οποία παρουσιάζει πολύ όμορφο φυσικό τοπίο, είναι μία από τις oligοτροφικές λίμνες της Ευρώπης με πολύ καθαρά νερά.

- **ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ**

Οι περιοχές που παρουσιάζουν αρχαιολογικό ή γενικότερα ιστορικό ενδιαφέρον αναφέρονται ονομαστικά και αφορούν στην ευρύτερη ζώνη γύρω από τις λίμνες Λυσιμαχία, Τριχωνίδα.

! Α/Α	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ
1.	Στράτος	Η ακρόπολη με τα τείχη, δημόσια κτίρια, ένας ναός του Δία (4 ^{ος} αιώνας), παλαιός δρόμος, οι τάφοι είναι μερικά από τα σημαντικά αρχαιολογικά υπολείμματα της αρχαίας πόλης, πρωτεύουσας των Ακαρνάνων.	
2.	Ασπροκκλησιά	Το κλασσικό κοιμητήριο του Στράτου.	
3	Λεπενού	Κοντά στον εθνικό δρόμο από τον Στράτο προς την Λεπενού αποκαλύφθηκε κλασσικό ιερό. Βρέθηκαν επίσης στην περιοχή αρχαϊκά και κλασσικά λατομεία.	
4.	Μεγάλη χώρα	Βυζαντινές εκκλησίες.	
5.	Παλιόκαστρο	Στην κοινότητα Σπολάιτα κοντά στην Υψηλή Παναγιά, έχει εντοπισθεί αρχαία πόλη της οποίας το όνομα είναι άγνωστο.	
6.	Όχθια	Βυζαντινά μνημεία	
7.	Αγγελόκαστρο	Η αρχαία πόλη της Αρσινόης. Κατοικήθηκε από την προϊστορική έως την ελληνιστική εποχή. Κατά μήκος του δρόμου από το Αγρίνιο στο Αγγελόκαστρο στη διασταύρωση του Μουρτσιανού βρέθηκαν Ελληνιστικοί τύμβοι καθώς και ένα μεγάλο κοιμητήριο στη τοποθεσία Κακαμπαριά. Ανακαλύφθηκε επίσης ένα νεκροταφείο γεωμετρικής περιόδου.	
8.	Σταμνά	Γεωμετρικά και κλασσικά κοιμητήρια	
9.	Χρυσοβέργι	Η παλαιά πόλη της Φάνας με προϊστορικούς ναούς	
10.	Παπαδάτες	Η κλασσική και ελληνιστική πόλη με πολλούς τάφους που έφεραν στην επιφάνεια οι ανασκαφές	
11.	Νέα Αβόρανη	Κλασσικοί τάφοι	
12.	Βλοχός	Η αρχαία πόλη των Θεστιέων. Κλασσική ακρόπολη με τείχη. Στην περιοχή καμάρες υπάρχει ένας τύμβος και ένα μικρό ιερό με τάφους.	
13.	Αγ. Κωνσταντίνος	Η αρχαία πόλη του Αγρινίου.	
14.	Γαβαλού	Η παλαιά πόλη του Τριχώνιου. Οικίες και τάφοι από την αρχαϊκή έως την ελληνιστική εποχή.	
15.	Τριχώνιο	Κλασσικοί και ελληνιστικοί οικισμοί.	
16.	Λιθοβούνι	Η αρχαία πόλη Άκραι με την ακρόπολη. Βρέθηκαν ελληνιστικοί τάφοι στην τοποθεσία Τρανή Λάκκα. Επιπλέον ένας τύμβος κοντά στην μικρή εκκλησία Αγ. Σωτήρα. Ευρήματα από την προϊστορική στην Ελληνιστική εποχή.	

17	Καψοράχη	Τάφοι κοντά στο Παλιοχώρι και τμήμα του Παλιού οχυρού στους λόφους Καστρί και Αγ. Θεόδωρος. Επιπλέον στο φαράγγι του Μούρτου βρέθηκε ένας τάφος Ελληνιστικής περιόδου. Κατοικήθηκε από τη γεωμετρική έως την Ελληνιστική περίοδο.
18.	Μέγα Ρέμα	Πρωτο-χριστιανικοί τάφοι
19	Παράβολα	Η παλαιά πόλη του Βουκάτιου. Τμήμα του κλασσικού τείχους έχει διατηρηθεί στην Ακρόπολη. Ελληνιστικοί τάφοι και άλλα μνημεία.
20.	Θέρμο	Μία πολύ σημαντική αρχαιολογική τοποθεσία με αρχαϊκό ναό του Απόλλωνα. Κατοικήθηκε από την προϊστορική έως την Ρωμαϊκή εποχή.
21.	Παλαιόκαστρο Χρυσοβίτσα	Τάφοι και διάφορα αντικείμενα. Κατοικήθηκε από την προϊστορική εποχή.
22.	Νερομάνα	Η κλασσική πόλη του Φίστιου Ναός της Αφροδίτης βρέθηκε στην τοποθεσία Κρύο Νερό.
23.	Σκουτεσιάδα	Αρχαιολογικό ενδιαφέρον

Παραθέτουμε κατάλογο μνημείων αρμοδιότητας 8ης Εφορείας Βυζαντινών Αρχαιοτήτων για συγκεκριμένες ζώνες στις οποίες έγινε αναγνώριση χώρων.

A/A	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΝΗΜΕΙΟ
A	Αγγελόκαστρο	Βυζαντινό κάστρο και βυζ. Ναός Αγ. Γεωργίου
B	Σταμνά	1. Δύο Εκκλησιές 2. Αγ. Γεώργιος 3. Αγ. Θεόδωρος 4. Αγ. Παρασκευή 5. Αγ. Αθανάσιος 6. Αγ. Νικόλαος 7. Μονή Αγάθης 8. Υδραγωγείο μεταξύ Κρυονερίου και Σταμνών
Γ	Σκουτεσιάδα	Μ. Παναγίας
Δ	Τσωνάικα	Αγ. Γεώργιος
Ε	Σπολάιτα	Αγ. Ιωάννης
ΣΤ	Υψηλή Παναγιά	Θέση με βυζαντινές αρχαιότητες

2. ΕΙΔΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗ ΤΟΥ ΑΓΙΟΥ ΒΛΑΣΙΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κατολίσθηση Αγίου Βλασίου εκδηλώθηκε στην Εθνική Οδό Αργινίου – Καρπενησίου το Μάρτιο του 1999 προκαλώντας σημαντικά προβλήματα και αποκόπτοντας την κυκλοφορία προς οδού για σημαντικό χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων προς περιοχής το όλο φαινόμενο εκδηλώθηκε μέσα σε χρονικό διάστημα περίπου 10 ημερών. Πιο συγκεκριμένα η κυρίως κατολίσθηση άρχισε από το νότιο τμήμα προς Αργίνιο και απέκοψε προοδευτικά την Εθνική Οδό αρχίζοντας από τα κατάντη προς οδού και προχωρώντας μέχρι και τον τοίχο ανάντη προς. Στη συνέχεια και με χρονική καθυστέρηση περί τη μία εβδομάδα εκδηλώθηκε η κατολίσθηση στην Εθνική Οδό στη βόρεια πλευρά προς Καρπενήσι. Το φαινόμενο «προχώρησε» σταδιακά προς τα ανάντη και εκδηλώθηκαν φαινόμενα αστάθειας ανάντη και του αγροτικού δρόμου προς Σταυροχώρι, τον οποίο απέκοψαν μερικώς και σε μικρή έκταση. Η κατολίσθηση ενεργοποιήθηκε εκ νέου την 23/10/1999, μετά από έντονες βροχοπτώσεις, με δημιουργία ρωγμών σε διάφορες θέσεις του κατολισθήσαντος πρανούς και θραύση προς στραγγιστικής τάφρου πάνω από τον αγροτικό δρόμο, σε διάφορα σημεία. Έκτοτε η κατολίσθηση βρίσκεται σε κατάσταση οριακής ισορροπίας που σχετίζεται άμεσα με την κυκλοφορία, επιφανειακών κυρίως υδάτων, στη μάζα προς. Τελευταία, προς έγινε γνωστό από μαρτυρίες των κατοίκων προς περιοχής και παρατηρήθηκε και κατά προς τελευταίες επισκέψεις, κατάντη του τμήματος προς Εθνικής Οδού που είχε απομείνει στη νότια πλευρά προς κατολίσθησης (προς Αργίνιο), συνέβη εκ νέου μετακίνηση προς 31/12/1999 (πάλι μετά από έντονες βροχοπτώσεις), η οποία παρέσυρε τμήμα του πρανούς κατάντη προς Εθνικής Οδού, και περιόρισε ακόμα περισσότερο το πλάτος προς οδού διέλευσης που έχει απομείνει. Πρόσφατη μετακίνηση φαίνεται να έχει συμβεί και στο βόρειο τμήμα προς κατολίσθησης (προς Καρπενήσι), μικρότερης έκτασης προς από εκείνη του νότιου τμήματος και καταρχήν χωρίς να επηρεάζει το εύρος προς σημερινής οδού διέλευσης λόγω προς μεγαλύτερης απόστασης προς από αυτήν.

ΣΥΝΤΟΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΑΓ. ΒΛΑΣΙΟΥ

Για την αποκατάσταση της κατολίσθησης του Αγ. Βλασίου έχουν μέχρι σήμερα εκπονηθεί αρκετές μελέτες για λογαριασμό του ΥΠΕΧΩΔΕ/ΔΜΕΟ στα πλαίσια της «Μελέτης Άμεσων Έργων Αποκατάστασης Κατολίσθησης Αγ. Βλασίου στη Χ.Θ. 36+000 της Ε.Ο. Αργινίου-Καρπενησίου». Με βάση προς μελέτες αυτές έχουν κατασκευαστεί τα παρακάτω έργα σταθεροποίησης προς κατολίσθησης και διευθέτησης των επιφανειακών υδάτων:

Έργα Σταθεροποίησης:

- Τρεις σειρές πασσάλων σταθεροποίησης στο λοβό προς κατολίσθησης προς Καρπενήσι,
- Εκσκαφές ανάντη της Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι προς ελάφρυνση προς κατολίσθησης,

Υδραυλικά και αποστραγγιστικά έργα:

- Αποστραγγιστικές τάφροι στον αναβαθμό των ορυγμάτων ανάντη της Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι και την πλευρά προς το πρανές,
- Αποστραγγιστικές γεωτρήσεις στο ενδιάμεσο πρανές μεταξύ μεσαίας σειράς πασσάλων και σημερινής παράκαμψης για διέλευση οχημάτων

Διευκρινίζεται ότι η κατολίσθηση του Αγ. Βλασίου έχει δύο «λοβούς» η αποκατάσταση της ευστάθειας στους οποίους απαιτούσε διαφορετικά έργα. Κατά την εργολαβία εκτελέστηκαν μόνο τα έργα του λοβού προς Καρπενήσι, ενώ δεν εκτελέστηκαν τα έργα στο λοβό προς Αργίνιο (με εξαίρεση προς εκσκαφές ανάντη προς Αγροτικής οδού προς Σταυροχώρι). Στο διαρρέυσαν διάστημα το μη αποκατασταθέν τμήμα της κατολίσθησης μετακινήθηκε και πάλι δημιουργώντας μία νέα γεωμετρία και απαιτώντας έτσι τον επανασχεδιασμό των εκεί έργων, ώστε να ληφθεί υπόψη η προκύψασα νέα γεωμετρία.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΗΘΕΝΤΩΝ ΕΡΓΩΝ

Όπως φάνηκε από την περιγραφή των μέχρι σήμερα κατασκευασμένων έργων υπάρχει η ανάγκη ολοκλήρωσης/συμπλήρωσης αυτών για την σταθεροποίηση της κατολίσθησης Αγ. Βλασίου. Τα μελετηθέντα έργα αποσκοπούν στην σταθεροποίηση του λοβού προς Αγρίνιο, την συλλογή και απαγωγή των ομβρίων προ της εισόδου τους στην τάφρο του δημιουργηθέντος αναβαθμού έτσι ώστε να μην υπάρχει η δυνατότητα να τροφοδοτούν την τάφρο αυτή και τέλος την ολοκλήρωση επιμέρους κατασκευών όπως την επέκταση της κατάντη σειράς πασσάλων προς βορρά και νότο, την ολοκλήρωση των χωματουργικών διαμορφώσεων και διάφορες τοπικού χαρακτήρα επεμβάσεις με χαρακτήρα διαμόρφωσης ή βελτίωσης προς ευστάθειας τοπικά. Έτσι για την σταθεροποίηση προς κατολίσθησης στο τμήμα του λοβού προς Αγρίνιο που έχει απομείνει κατασκευάζεται μία σειρά πασσάλων κατάντη της Εθνικής Οδού και προστατεύεται το τοπικό πρανές μεταξύ Εθνικής Οδού και Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι με αποστραγγιστικές γεωτρήσεις, ηλώσεις και επιφανειακή προστασία. Για τα πρανή μεταξύ της Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι και την οφρύ του συνολικού πρανούς προβλέπεται η κατασκευή βραχοπαγίδας, ώστε η διανοιχθείσα τάφρος να μην φράσσεται. Συμπληρωματικά προβλέπεται η διάνοιξη συνολικά περί των 50 αποστραγγιστικών γεωτρήσεων σε επιλεγμένες θέσεις για την αποτόνωση τοπικών αλλά πότε-πότε εντονότατων επικρεμάμενων οριζόντων και η επιφανειακή προστασία των πρανών. Για την συλλογή και την απαγωγή εκτός κατολίσθησης των ομβρίων στην θέση «Κρέτση» μελετήθηκε στραγγιστικό έργο που συλλέγει τα ύδατα από την υπάρχουσα εκεί τάφρο και τα οδηγεί εκτός της τάφρου του αναβαθμού στην οποία εισέρχονται τώρα (με αποτέλεσμα όταν αυτή φράσσεται από τοπικές ρηχές καταπτώσεις υλικών από τα ανάντη πρανή αυτά λιμνάζουν και ουσιαστικά τροφοδοτούν την μάζα της κατολίσθησης). Τέλος στο τοπικό πρανές μεταξύ της Εθνικής Οδού και της σημερινής παράκαμψης για την διέλευση των οχημάτων προβλέπεται η διάνοιξη αποστραγγιστικών γεωτρήσεων, η απαγωγή των υδάτων τους εντός σωληνωτού οχετού περιβαλλόμενου από υλικά στράγγισης και γεωύφασμα και καθοδήγηση των υδάτων αυτού στο τεχνικό του στραγγιστικού. Η διαμόρφωση αυτή επιλέχθηκε ώστε να είναι δυνατή η επανείχωση της περιοχής μεταξύ της μεσαίας σειράς πασσάλων σταθεροποίησης στο λοβό της κατολίσθησης προς Καρπενήσι και του ανάντη τοπικού πρανούς προς εξασφάλιση προς τοπικής ευστάθειας του πρανούς αυτού.

ΕΡΓΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΗΣ ΑΓ.ΒΛΑΣΙΟΥ**Εισαγωγή**

Τα έργα συμπλήρωσης αποκατάστασης προς κατολίσθησης Αγ. Βλασίου που μελετήθηκαν περιλαμβάνουν:

- Έργα σταθεροποίησης στο λοβό της κατολίσθησης προς Αγρίνιο
- Συμπληρωματικά έργα σταθεροποίησης στο λοβό της κατολίσθησης προς Καρπενήσι
- Στραγγιστικό έργο στην βόρεια πλευρά της κατολίσθησης
- Μέτρα προστασίας πρανών ανάντη Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι

Τα έργα αυτά περιγράφονται στις παραγράφους που ακολουθούν.

Έργα σταθεροποίησης στο λοβό της κατολίσθησης προς Αγρίνιο

Τα έργα σταθεροποίησης στο λοβό της κατολίσθησης προς Αγρίνιο περιλαμβάνουν μία σειρά πασσάλων κατάντη της Εθνικής Οδού και προστασία του τοπικού πρανούς μεταξύ Εθνικής Οδού και Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι με αποστραγγιστικές γεωτρήσεις, ηλώσεις και επιφανειακή προστασία. Θα κατασκευαστούν 96 πάσσαλοι από οπλισμένο σκυρόδεμα διαμέτρου 1.20 m σε αξονικές αποστάσεις 1.50 m (72 πάσσαλοι μήκους 35 m και 24 πάσσαλοι μήκους 25 m) οι οποίοι διατάσσονται οριζοντιογραφικά. Επί των κεφαλόδεσμων των συστοιχιών αυτών κατασκευάζονται τοιχία αντίστοιχου ύψους πίσω από τα οποία γίνεται επανεπίχωση προκειμένου να επανέλθουμε στο επίπεδο με το προβλεπόμενο υψόμετρο για την κατασκευή της Εθνικής Οδού. Εκτός από την κατασκευή των πασσάλων σταθεροποίησης στον πόδα του σημερινού πρανούς μεταξύ δαπέδου Εθνικής Οδού και Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι μετά την οριστική διαμόρφωση του διανοίγονται οριζόντιες αποστραγγιστικές γεωτρήσεις μήκους 25 m ανά 3 m, κλίσης 5° προς τα πάνω και τοποθετούνται μία σειρά ήλων Φ25 St IV μήκους 15 m ανά 3 m κλίσης 10° προς τα κάτω με χαλύβδινες κεφαλές 30x30 cm και πάχους 1 cm. 2). Το τελικό πρανές μετά την επανεπίχωση καλύπτεται με σύστημα επιφανειακής προστασίας που αποτελείται από φύτευση, δίκτυα ή συνδυασμό αυτών.

Συμπληρωματικά έργα σταθεροποίησης στο λοβό της κατολίσθησης προς Καρπενήσι

Στον λοβό της κατολίσθησης προς Καρπενήσι έχουν υλοποιηθεί τα κύρια έργα σταθεροποίησης της κατολίσθησης αλλά απαιτούνται τοπικές συμπληρώσεις. Αυτές εξασφαλίζονται με την επέκταση των πασσάλων προς βορρά με τις Συμπληρωματικές Συστοιχίες πασσάλων οι οποίες κατασκευάζονται εκατέρωθεν του Τεχνικού Εξόδου του Στραγγιστικού στην βόρεια πλευρά της κατολίσθησης και την κατασκευή της συμπληρωματικής συστοιχίας πασσάλων στη νότια πλευρά των πασσάλων. Επίσης προς βελτίωση της ευστάθειας του τοπικού πρανούς αμέσως ανάντη της μεσαίας σειράς πασσάλων στο λοβό της κατολίσθησης προς Καρπενήσι, διανοίγονται νέες οριζόντιες αποστραγγιστικές γεωτρήσεις μήκους 25 m ανά 3 m με κλίση 5° προς τα πάνω οι οποίες απάγουν μέσω πλαστικού σωλήνα τα υπόγεια ύδατα προς διάτρητο σωλήνα από PVC (Φ400 mm) εγκαθιστώντας σε υλικό στραγγιστηρίου περιβαλλόμενο από γεωφύλλο διαχωρισμού ο οποίος καταλήγει στο τεχνικό του στραγγιστικού στη βόρεια πλευρά της κατολίσθησης. Στον πόδα του πρανούς αυτού κατασκευάζεται επίχωση ύψους 4 m η οποία καλύπτει το προαναφερθέν στραγγιστήριο απαγωγής των υδάτων από τις οριζόντιες αποστραγγιστικές γεωτρήσεις.

Στραγγιστικό έργο στην βόρεια πλευρά της κατολίσθησης

Ένα από τα παρατηρηθέντα προβλήματα με επιπτώσεις στην συνολική ευστάθεια της περιοχής της κατολίσθησης Αγ. Βλασίου είναι η απαγωγή των επιφανειακών υδάτων από ανάντη της στροφής της Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι κοντά στην ιδιοκτησία Κρέτση. Τα ύδατα από την τάφρο που βρίσκεται εκεί τροφοδοτούν κυρίως την τάφρο του αναβαθμού και αναμένεται να την τροφοδοτούν ακόμα περισσότερο όταν ολοκληρωθούν τα υδραυλικά έργα ανάντη της κατολίσθησης. Για την συλλογή των υδάτων αυτών προ της εισόδου τους στην τάφρο του αναβαθμού και την απαγωγή τους εκτός κατολίσθησης (η τάφρος του αναβαθμού φράσσεται κατά τόπους από υλικά επιφανειακής διάβρωσης των ανάντη πρανών με αποτέλεσμα τα νερά να λιμνάζουν εκεί και να κατεισδύουν) σχεδιάστηκε στραγγιστικό που διακόπτει τη ροή της προαναφερθείσας τάφρου και απάγει μέσω χαλυβδοσωλήνων τα συλλεχθέντα ύδατα εκτός κατολίσθησης. Το στραγγιστικό αυτό στην βόρεια πλευρά της κατολίσθησης αποτελείται από 5 ενδιάμεσα τεχνικά και το τεχνικό εξόδου αμέσως βορειότερα. Τα τεχνικά εξασφαλίζουν την καταστροφή ενέργειας και την διευθέτηση των υδάτων. Προς εξασφάλιση της καταστροφής ενέργειας πριν την έξοδο των υδάτων από το στραγγιστικό στον φυσικό αποδέκτη που καταλήγει, η περιοχή αμέσως μετά το τεχνικό εξόδου επενδύεται με λιθορριπή για πάχους 0.50 m εκτεινόμενη για 10 m μετά το τεχνικό εξόδου.

Μέτρα προστασίας πρανών ανάντη Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι

Στα διαμορφωθέντα πρανή ανάντη της Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι εμφανίζεται το βραχώδες υπόβαθρο αποτελούμενο από ιλυολιθικό φλύσχη και κατά τόπους ψαμμίτη και έχει αφαιρεθεί η επιφάνεια ολίσθησης. Τα υλικά του υποβάθρου ωστόσο από τη φύση τους παρουσιάζουν προβλήματα επιφανειακής διάβρωσης που υποβοηθείται από τις έντονες βροχοπτώσεις στην περιοχή, όπως άλλωστε παρατηρείται σε διάφορες θέσεις κατά μήκος της Εθνικής Οδού Αγρινίου-Καρπενησίου όπου εμφανίζονται παρόμοια υλικά και ας μην υπάρχουν κατολισθήσεις εκεί. Τέτοια επιφανειακή διάβρωση δεν εγκυμονεί κινδύνους για την ευστάθεια (παρά μόνο ίσως μετά από μακροχρόνια έκθεση των πρανών προς ατμοσφαιρικές συνθήκες χωρίς προστασία) αλλά τα προϊόντα της επιφανειακής διάβρωσης φράσσουν τυχόν τάφρους που υπάρχουν στον πόδα τέτοιων πρανών δημιουργώντας υψηλές απαιτήσεις συντήρησης των πρανών αυτών και των έργων επιφανειακής αποστράγγισης. Προς αντιμετώπιση λοιπόν αυτών των προβλημάτων στην άμεση περιοχή του έργου προτείνεται η κατασκευή βραχοπαγίδας από οπλισμένο σκυρόδεμα ύψους 1.5 m και πλάτους 0.25 m στην στέψη ανάντη της τάφρου που έχει κατασκευαστεί κατά μήκος της Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι στον πόδα των πρανών αυτών έτσι ώστε να εξασφαλιστεί ότι δεν θα φράσσεται η τάφρος αυτή οδηγώντας σε τοπική υπερχειλίση των ομβρίων και διαποτισμό της μάζας της κατολίσθησης. Πρέπει ωστόσο να γίνει αντιληπτό ότι η κατασκευή της βραχοπαγίδας αυτής απλώς θα αραιώσει χρονικά τις απαιτούμενες επεμβάσεις προς καθαρισμό της τάφρου για κάποιο χρονικό διάστημα μέχρι να πληρωθεί από τα υλικά επιφανειακής διάβρωσης ο χώρος πίσω από την βραχοπαγίδα. Γι' αυτό σε τακτικά χρονικά διαστήματα θα πρέπει να καθαρίζεται ο χώρος πίσω από την βραχοπαγίδα (έστω και με χειρωνακτική εργασία συνεργείων) γιατί σε διαφορετική περίπτωση τα ίδια προβλήματα που υπάρχουν σήμερα θα ξαναεμφανιστούν και μάλιστα σε μεγαλύτερο βαθμό όταν γεμίσει με τα υλικά επιφανειακής διάβρωσης ο χώρος πίσω από την βραχοπαγίδα. Ένα μέτρο μονιμότερης επίλυσης του προβλήματος είναι η επιφανειακή προστασία των πρανών σε συνδυασμό με επιλεκτικά διανοιγόμενες οριζόντιες αποστραγγιστικές γεωτρήσεις. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει φύτευση (ενδεικτικά προτείνεται η μέθοδος της υδροσποράς), επένδυση των πρανών με δίκτυα ή συνδυασμό των δύο αυτών μέτρων για βέλτιστα αποτελέσματα. Ένα τέτοιο σύστημα επιφανειακής προστασίας συνδυαζόμενο με την διάνοιξη αποστραγγιστικών γεωτρήσεων σε επιλεγμένες θέσεις με την μέγιστη ανάβλυση και την καθοδήγηση των υδάτων από τις γεωτρήσεις αυτές με σωλήνες εντός των τάφρων θα συνέβαλε καθοριστικά στην αντιμετώπιση των προβλημάτων επιφανειακής διάβρωσης (εκεί που αυτή οφείλεται τις τοπικές αναβλύσεις) και στην βελτίωση της τοπικής ευστάθειας.

ΧΡΟΝΙΚΗ ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ

Ιδιαίτερη σημασία εκτός από την άρτια και επιμελή κατασκευή των μελετηθέντων έργων έχει και η χρονική αλληλουχία της κατασκευής τους. Αυτή έχει ως εξής:

1. Το μείζον πρόβλημα της περιοχής των κατολισθήσεων στη θέση Αγ. Βλάσιος που απομένει μετά τα κατασκευασμένα έργα είναι η σταθεροποίηση του λοβού της κατολίσθησης προς

Αγρίνιο. Γι' αυτό το λόγο θα κατασκευαστούν πρώτα οι πάσσαλοι σταθεροποίησης της κατολίσθησης στον λοβό αυτό. Για την κατασκευή τους θα διανοιχτούν τοπικές εκσκαφές για την διαμόρφωση των δαπέδων διάνοιξης των πασσάλων και θα διαμορφωθούν και θα προστατευτούν τα τοπικά πρηνή αυτών κατά τα προβλεπόμενα.

2. Μετά την κατασκευή των πασσάλων σταθεροποίησης θα κατασκευαστούν οι πάσσαλοι των συμπληρωματικών συστοιχιών.
3. Μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής των πασσάλων επέκτασης προς βορρά της κατάντη συστοιχίας πασσάλων στον λοβό της κατολίσθησης προς Καρπενήσι θα κατασκευαστεί το στραγγιστικό συλλογής και απαγωγής των υδάτων στη θέση Κρέτση.
4. Παράλληλα με τα έργα αυτά μπορούν να κατασκευάζονται τα συμπληρωματικά έργα όπως η βραχοπαγίδα στην άκρη της Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι, τα έργα προστασίας του πρηνούς ανάντη αυτής και τα τοπικά έργα αμέσως ανάντη της μεσαίας σειράς των πασσάλων στο λοβό της κατολίσθησης προς Καρπενήσι. Συνιστάται ωστόσο τα έργα αυτά να προχωρήσουν μόνο ως προς τα έργα σταθεροποίησης (αποστραγγιστικές γεωτρήσεις, ηλώσεις, επιχώσεις, βραχοπαγίδα) αφήνοντας τελευταία την επιφανειακή προστασία.

Τονίζεται ότι είναι ιδιαίτερης σημασίας η ταχύτατη δημοπράτηση του έργου ώστε ο ανάδοχος των νέων έργων να εγκατασταθεί και να τα ολοκληρώσει εντός του ερχόμενου καλοκαιριού καθώς η εξέλιξη του κατολισθητικού φαινομένου μπορεί να είναι τόσο ραγδαία που να μην επιτρέψει την κατασκευή των μελετηθέντων έργων λόγω ραγδαίας μεταβολής των γεωμετρικών δεδομένων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα κατασκευασμένα έργα για την σταθεροποίηση των κατολισθητικών φαινομένων στην θέση Αγ. Βλάσιος έχουν λειτουργήσει αποτελεσματικά για τον λοβό της κατολίσθησης προς Καρπενήσι όπου και ολοκληρώθηκαν. Με δεδομένη την επιδειχθείσα αποτελεσματικότητα υιοθετήθηκαν αντίστοιχης φιλοσοφίας έργα σταθεροποίησης και για τον λοβό της κατολίσθησης προς Αγρίνιο. Τα έργα αυτά περιλαμβάνουν την κατασκευή μιας σειράς πασσάλων σταθεροποίησης διατασσόμενης παράλληλα με την Εθνική Οδό Αγρινίου-Καρπενησίου και κατάντη αυτής και συμπληρωματικές ηλώσεις, οριζόντιες αποστραγγιστικές γεωτρήσεις και μέτρα επιφανειακής προστασίας για το πρηνές μεταξύ Εθνικής Οδού και Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι. Σε ό,τι αφορά τον λοβό της κατολίσθησης προς Καρπενήσι επεκτείνεται η κατάντη σειρά πασσάλων προς βορρά και νότο. Επίσης στο πρηνές αμέσως ανάντη της μεσαίας σειράς των πασσάλων στο λοβό αυτό διανοίγονται συμπληρωματικές οριζόντιες αποστραγγιστικές γεωτρήσεις και κατασκευάζεται επίχωση σταθεροποίησης του τοπικού χαμηλού πρηνούς μαζί με τα μέτρα επιφανειακής προστασίας και στο λοβό αυτό της κατολίσθησης. Για την βελτίωση των συνολικών συνθηκών ευσταθείας στην περιοχή των κατολισθητικών φαινομένων στη θέση Αγ. Βλάσιος κατασκευάζεται στραγγιστικό έργο συλλογής των ομβρίων στην θέση Κρέτση και απαγωγής τους εκτός περιοχής κατολίσθησης. Για τα πρηνή της Αγροτικής Οδού προς Σταυροχώρι προβλέπεται η κατασκευή βραχοπαγίδας στον πόδα τους, διάνοιξη αποστραγγιστικών οριζόντιων γεωτρήσεων και επιφανειακή προστασία αυτών. Είναι ιδιαίτερης σημασίας η ταχύτερη δυνατόν κατασκευή των

μελετηθέντων έργων και η κατασκευή τους πρέπει να γίνει από ανάδοχο με σημαντική εμπειρία σε παρόμοιας έκτασης και σημασίας έργα σταθεροποίησης κατολίσθησης. Τέλος ιδιαίτερης σημασίας είναι η παρακολούθηση της περιοχής της κατολίσθησης κατά την διάρκεια της κατασκευής των έργων και μετά την ολοκλήρωση τους.

ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η παρούσα κατάσταση στην περιοχή προς κατολίσθηση είναι άκρως προβληματική και ασταθής. Το φαινόμενο, το οποίο έδειχνε σταθεροποιημένο για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την εκδήλωση του, βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη από τα τέλη Οκτωβρίου του περασμένου φθινοπώρου, οπότε ξεκίνησε μία σειρά έντονων βροχοπτώσεων (σύνηθες άλλωστε στη Δ. Ελλάδα αυτή την εποχή του έτους) στην εν λόγω περιοχή. Η εξέλιξη αυτή εν συντομία περιλαμβάνει τα εξής:

- Μετακίνηση, διάρρηξη και κατακερματισμό τμημάτων προς επενδεδυμένης τάφρου στα τμήματα που διέρχονται μέσα από την κατολίσθηση. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τον πρόσθετο συστηματικό εμποτισμό προς μάζας προς κατολίσθηση και την περαιτέρω επιδείνωση του φαινομένου.
- Υποχώρηση τμημάτων προς κατακερματισμένης εδαφικής μάζας, κατάντη προς Εθνικής Οδού (και σε βάθος προς τάξης των 15 m). Η υποχώρηση αυτή προκάλεσε την αποκόλληση τμημάτων προς Ε.Ο.(κατάντη με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση του ήδη μικρού πλάτους προς στο νότιο τμήμα προς κατολίσθηση (προς Αγρίνιο). Μάλιστα μετά από ραγδαία βροχόπτωση, η οδός αποκόπηκε εντελώς για ορισμένα μέτρα, με αποτέλεσμα τη διακοπή προς διανομαρχιακής κυκλοφορίας.
- Αντίστοιχου τύπου υποχώρηση τμημάτων προς κατακερματισμένης εδαφικής μάζας παρατηρήθηκε για πρώτη φορά κατά την επίσκεψη 20/1/2000 και στο βόρειο τμήμα της κατολίσθησης (προς Καρπενήσι) αλλά μικρότερης έκτασης από την αντίστοιχη στο νότιο τμήμα και μικρότερης επίδρασης στη βατότητα της υπάρχουσας οδού διέλευσης λόγω της μεγαλύτερης απόστασης από αυτήν.
- Παρατηρήθηκαν τέλος ενδείξεις μετακίνησης στο νότιο τμήμα της κατολίσθησης σε θέση κατάντη και από τα τμήματα της κατακερματισμένης μάζας που έχουν υποχωρήσει.

ΕΚΤΕΛΟΥΜΕΝΑ ΕΡΓΑ

Για την αντιμετώπιση της παρούσας κατάστασης η ΔΕΣΕ Πατρών, στα πλαίσια της συντήρησης του Εθνικού Οδικού Δικτύου της περιοχής, έχει ξεκινήσει μία σειρά έργων, τα οποία βρίσκονται ήδη σε φάση υλοποίησης. Τα έργα αυτά περιλαμβάνουν έργα επιφανειακής στράγγισης και χωματουργικά και περιγράφονται στη συνέχεια.

A) Έργα επιφανειακής στράγγισης

Σύμφωνα με επιτόπου παρατηρήσεις τα στραγγιστικά έργα που έχουν ανατεθεί και υλοποιούνται ήδη από τον ανάδοχο περιλαμβάνουν:

Στραγγιστική τάφρος, μήκους περίπου 750 m, παράλληλα και ανάντη του χωματόδρομου από την Πινακίδα με ένδειξη «προς Σταυροχώρι» έως τη γέφυρα του μεγάλου ρέματος προς Αγρίνιο (Λαπατόρεμα). Έως την ημέρα της επίσκεψης είχε υλοποιηθεί το τμήμα της στραγγιστικής τάφρου από τη γέφυρα έως το υπάρχον τεχνικό.

Επενδεδυμένη τάφρος, κατάντη του υπάρχοντος τεχνικού, με μεταλλική επένδυση από ανοξείδωτη λαμαρίνα, η οποία όταν κατασκευαστεί το ανοικτό φρεάτιο που θα τη συνδέει με την έξοδο του αγωγού του υπάρχοντος τεχνικού, θα παραλαμβάνει τα νερά από εκεί και θα τα οδηγεί στο μεγάλο ρέμα προς Αγρίνιο. Κατά την επίσκεψη στις 20/1/2000, είχε διανοιχτεί η εκσκαφή για την κατασκευή προς τάφρου και είχαν τοποθετηθεί τα τμήματα προς ανοξείδωτης λαμαρίνας. Απέμενε η συγκόλληση των τμημάτων αυτών και η κατασκευή του ανοικτού φρεατίου για τη σύνδεση προς τάφρου με την έξοδο του αγωγού του υπάρχοντος τεχνικού. Ο ανάδοχος ανέφερε ότι ανέμενε την ολοκλήρωση των εργασιών αυτών σε 3 έως 4 ημέρες με προϋπόθεση τη διατήρηση των σχετικά καλών καιρικών συνθηκών και δεσμεύθηκε για τη σύνταξη και αποστολή προς αρμόδιους μελετητές των σχεδίων των κατασκευαζόμενων τάφρων και λοιπών έργων.

B) Χωματοουργικά

Σε ό,τι αφορά τα χωματοουργικά, μετά το κλείσιμο της Ε.Ο. την 1/1/2000, με πρωτοβουλία της ΔΕΣΕ Πατρών δόθηκε εντολή για την εκσκαφή ανάντη του δρόμου (σε πλάτος περιττού 1 m και σε μήκος περίπου 20 m), μετά τον υπάρχοντα τοίχο αντιστήριξης, ώστε να δημιουργηθεί επιφάνεια οδού η οποία συμπληρώθηκε προς τα κατάντη με επίχωμα από αμμοχάλικο. Κατά την επίσκεψη στις 20/1/2000 διαπιστώθηκε ότι γίνεται εκσκαφή στο τμήμα της κατολίσθησης ανάντη του χωματόδρομου προς Σταυροχώρι, στο βόρειο τμήμα του λωβού προς Αγρίνιο. Η εκσκαφή αυτή επιδείχθηκε στους μελετητές της ΕΔΑΦΟΣ ΕΠΕ οι οποίοι συμφώνησαν ως προς την αναγκαιότητα της και τη συνέχιση της στο συγκεκριμένο τμήμα και με τη μορφή και την έκταση που επιδείχθηκε από τους μελετητές στον ανάδοχο κατά την 20/1/2000.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Μετά τα όσα έχουν προαναφερθεί πρέπει να γίνει ενημέρωση των αρμοδίων, σχετικά με:

- την πρόοδο προς μελέτης άμεσων έργων που αφορά στα μελετούμενα χωματοουργικά έργα για την άμεση βελτίωση της κατάστασης.

Σε ό,τι αφορά τα εκτελούμενα έργα τονίστηκαν

- η ανάγκη άμεσης ολοκλήρωσης της τάφρου από το υπάρχον τεχνικό στο δρόμο προς Σταυροχώρι μέχρι το μεγάλο ρέμα προς Αγρίνιο,
- η ανάγκη άμεσης εφαρμογής του τμήματος της μελέτης Στραγγιστικών Έργων Επιφανείας, που αφορά το τμήμα κατάντη του υπάρχοντος τεχνικού,
- η ανάγκη άμεσης ανακατασκευής της ανοικτής τάφρου στο χωματόδρομο αμέσως ανάντη της Εθνικής Οδού και η αποκατάσταση της συνέχειας της μέχρι το μεγάλο ρέμα προς Αγρίνιο από το σημείο που έχει καταστραφεί πρακτικά ολοσχερώς με κλειστό αγωγό από πλαστικούς σωλήνες, με σκοπό τη συλλογή σημαντικής ποσότητας επιφανειακών υδάτων,

- η χρησιμότητα της συνέχισης της εκσκαφής στο λοβό ανάντη του χωματόδρομου στο νότιο τμήμα της κατολίσθησης, στα όρια και με τη μορφή που υποδείχθηκε επιτόπου στον Ανάδοχο από τους αρμόδιους μελετητές, με σκοπό αφενός τη δημιουργία μιας προσωρινής παράκαμψης του πολύ στενού τμήματος της Ε.Ο. στο πόδι του νότιου τμήματος της κατολίσθησης και αφετέρου την εκτιμώμενη βελτίωση της ευστάθειας ολόκληρου του νότιου τμήματος της κατολίσθησης,
- και τέλος η εκτιμώμενη επιδείνωση του κατολισθητικού φαινομένου στο βόρειο τμήμα της κατολίσθησης σε περίπτωση εκσκαφής κατάντη του χωματόδρομου προς Σταυροχώρι, και κατά συνέπεια η αποφυγή οποιασδήποτε σχετικής εκσκαφής εκεί.

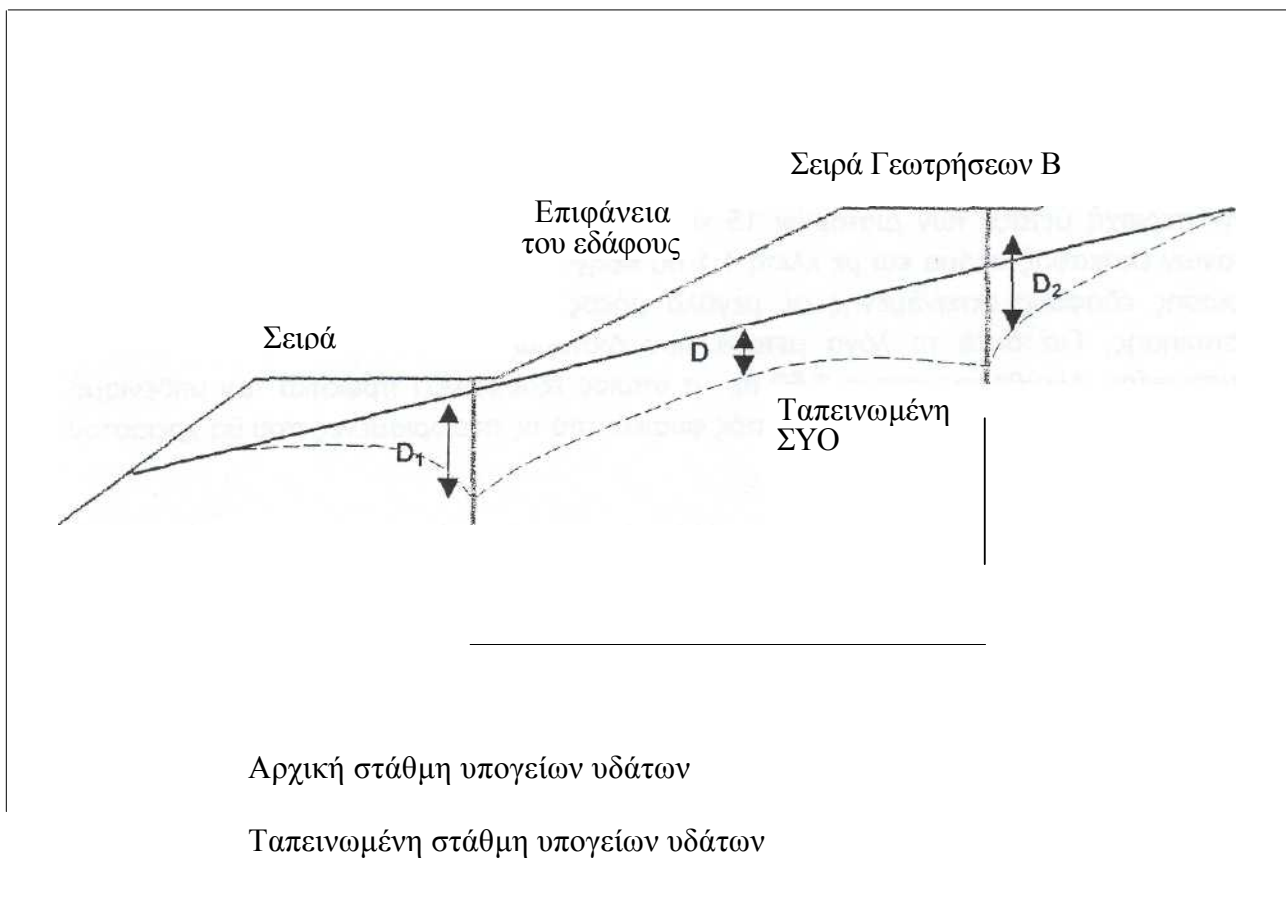
Με βάση τα παραπάνω, από την επίσκεψη της 20/1/2000 προκύπτει ότι η εικόνα της κατολίσθησης παραμένει εξίσου ανησυχητική και μετά από την προηγούμενη επίσκεψη σε αυτήν, ενώ παραμένει ο άμεσος κίνδυνος διακοπής της κυκλοφορίας στην Εθνική Οδό. Για το λόγο αυτό τονίζονται τα παρακάτω ως επιθυμητές ενέργειες άμεσης προτεραιότητας:

- Δεδομένης της οριακής κατάστασης ευστάθειας στην οποία βρίσκεται η κατολίσθηση και του άμεσου κινδύνου που υπάρχει για πλήρη διακοπή της κυκλοφορίας της Εθνικής Οδού, πρέπει να υλοποιηθεί άμεση εναλλακτική λύση σε περίπτωση που το ενδεχόμενο αυτό γίνει πραγματικότητα.
- Ζητείται γενικά να τίθεται υπόψη των αρμόδιων μελετητών που εκπονούν τις μελέτες άμεσων έργων αποκατάστασης της κατολίσθησης, ακόμα και σε μορφή σκαριφημάτων η μορφή και η πρόοδος των εκτελούμενων έργων (ιδίως σε ό,τι αφορά τα χωματουργικά και την πρόοδο της διαμόρφωσης της προσωρινής παράκαμψης του επικίνδυνου τμήματος της Εθνικής Οδού στο νότιο τμήμα της κατολίσθησης) προκειμένου να μπορεί να γίνει όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικός σχεδιασμός των μελετούμενων χωματουργικών.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΘΙΩΝ ΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΩΝ ΓΕΩΤΡΗΣΕΩΝ ΜΕ ΑΝΤΛΗΣΗ

Το πρόβλημα στη γενική του μορφή

Έχουμε ένα πρανές με τη γεωμετρία της επιφάνειας του εδάφους και της στάθμης των υπογείων υδάτων που απεικονίζεται στο Σχήμα 1. Σε αυτό το πρανές τοποθετούμε δύο σειρές γεωτρήσεων στις θέσεις Α και Β που φαίνονται με σκοπό την επίτευξη της ταπείνωσης της στάθμης υπογείων υδάτων που απεικονίζεται.



Σχήμα 1. Γενική μορφή του προβλήματος

Για τη βελτίωση της ευστάθειας του πρανούς αυτού απαιτείται ταπείνωση του υδροφόρου ορίζοντα στην περιοχή μεταξύ των δύο σειρών αντλούμενων γεωτρήσεων Α και Β κατά $\Delta H = D$. Το D αυτό επιθυμούμε να είναι τέτοιο ώστε η ταπεινωμένη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα να βρίσκεται χαμηλότερα από οποιοδήποτε σημείο της εκτιμώμενης επιφάνειας ολίσθησης που έχουμε εντοπίσει στην περιοχή. Σε ό,τι αφορά τα συγκεντρούμενα ύδατα, οι γεωτρήσεις της σειράς Β συλλέγουν όλα τα ύδατα που έρχονται από ανάντη, ενώ οι γεωτρήσεις της σειράς Α ό,τι απομένει ή κατείσδυει στην περιοχή κατάντη της σειράς Β. Αναφορικά με τις αντλούμενες γεωτρήσεις, γνωρίζουμε ότι αυτές προκαλούν ταπείνωση τέτοια κατά την οποία η στάθμη των υπογείων υδάτων αποκτά μορφή

ανεστραμμένου κώνου με άξονα τη γεώτρηση και κορυφή τη στάθμη του νερού μέσα στη γεώτρηση, και μάλιστα έχουν διατυπωθεί σχέσεις που συνδέουν την επιτυγχανόμενη ταπείνωση με την απόσταση από τη γεώτρηση στην οποία αυτή επιτυγχάνεται και την παροχή άντλησης της γεώτρησης, ενώ έχουν γίνει και οι σχετικές επεκτάσεις για σειρές γεωτρήσεων απ' ευθείας .

Κατά την ανάλυση αυτή ήταν κρίσιμοι οι ακόλουθοι προβληματισμοί:

α) Οι ήδη διατυπωμένες σχέσεις είναι για οριζόντια στάθμη υπογείων υδάτων, ενώ εδώ τόσο η επιφάνεια του εδάφους, όσο και η επιφάνεια της στάθμης των υπογείων υδάτων είναι κεκλιμένες. Για αυτό το λόγο διατυπώθηκαν σχέσεις για το συγκεκριμένο πρόβλημα, δηλ. το πρόβλημα της ταπείνωσης της στάθμης υπόγειου υδροφορέα με κεκλιμένη ελεύθερη επιφάνεια μέσω σειράς αντλούμενων κατακόρυφων στραγγιστικών γεωτρήσεων απ' ευθείας.

β) Σχετικά με την επαλληλία της επιτυγχανόμενης ταπείνωσης της στάθμης υπόγειου ορίζοντα αν έχουμε περισσότερες από μία γεωτρήσεις ή σειρές γεωτρήσεων, ακριβώς εξαιτίας της χρήσης των σχέσεων για κεκλιμένη στάθμη υπογείων υδάτων, θεωρείται ότι ισχύει μόνο εν μέρει, και αγνοείται κατά τους υπολογισμούς (παραδοχή υπέρ της ασφαλείας).

Σχέσεις υπολογισμών

Η σχέση που δίνει την ταπείνωση υδροφορέων με ελεύθερη ροή, όταν αντλούνται από μία μεμονωμένη γεώτρηση αποδεικνύεται ότι είναι :

$$s = H - (H^2 - [Q/\pi k] \ln[R/r])^{1/2} \quad (1)$$

όπου Q η παροχή άντλησης μέσα στη γεώτρηση, H συννοριακή συνθήκη για το υδραυλικό φορτίο, R η ακτίνα επιρροής των γεωτρήσεων, κ ο συντελεστής υδατοπερατότητας του εδάφους, και r η ακτινική απόσταση επίτευξης της ταπείνωσης s από τη γεώτρηση. Τα σχετικά μεγέθη παρουσιάζονται στα σχήματα του Παραρτήματος Β.

Η απόσταση επιρροής R, εκτιμάται από την παρακάτω σχέση:

$$R = 1.5(Tt/S)^{1/2} \quad (2)$$

όπου t ο χρόνος επίτευξης της απόστασης επιρροής άντλησης R (και άρα της επίτευξης ταπείνωσης s σε ακτίνα r από τη γεώτρηση), T η διαβιβαστικότητα του εδάφους ($T = kH$, όπου H το πάχος του υδροφορέα με ελεύθερη επιφάνεια) και S η αποθηκευτικότητα του εδάφους ($S = (1 - S_r)$ η, όπου S_r ο βαθμός κορεσμού και η το πορώδες του εδάφους).

Β' ΜΕΡΟΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

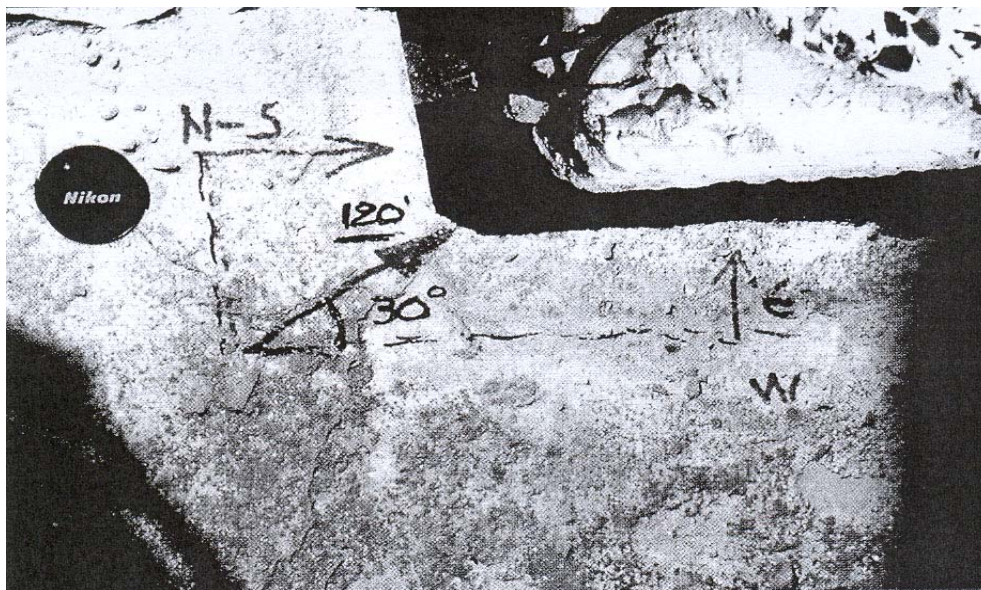
1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Ο όρος Κατολίσθηση

Εδαφικές ή βραχώδεις μάζες που βρίσκονται είτε κάτω από οριζόντια μορφολογική επιφάνεια, είτε πίσω από κεκλιμένη (πρανές), μπορούν να υποστούν διατάραξη της ισορροπίας τους, ύστερα από ορισμένες εσωτερικές ή εξωτερικές μεταβολές. Επίσης μπορούν να προκληθούν και χωρίς εξωτερικές παρεμβάσεις από διάφορες φυσικές διεργασίες, που εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου.

Εξετάζοντας από κινηματική άποψη το σύνολο των μεταβολών αυτών, διακρίνουμε δύο συνιστώσες κίνησης, μία οριζόντια και μία κατακόρυφη. Στην περίπτωση που υπάρχει μόνο κατακόρυφη μετακίνηση προς τα κάτω, το φαινόμενο καλείται *καθίζηση* ή *κατάρρευση*. Στην αντίθετη περίπτωση, όπου εκτός από την κατακόρυφη προς τα κάτω συνιστώσα, υπάρχει και οριζόντια συνιστώσα κίνησης, το φαινόμενο καλείται *κατολίσθηση* με την ευρύτερη έννοια του όρου.

Οι παραπάνω δύο βασικές συνιστώσες κίνησης, συνδέονται δυναμικά με την ανάπτυξη ορθής ή διατμητικής τάσης. Έτσι, αν δρα ορθή τάση σε οριζόντιο επίπεδο, σε περίπτωση μετακίνησης της μάζας υπάρχει κατακόρυφη κίνηση, δηλαδή καθίζηση. Αν συνυπάρχει και διατμητική τάση, η οποία μάλιστα υπερβαίνει τη διατμητική αντοχή εδάφους ή ασυνέχειας βραχομάζας, θα υπάρχει και οριζόντια συνιστώσα στην κίνηση δηλαδή κατολίσθηση. Η οριζόντια συνιστώσα της μετατόπισης συνήθως δεν παίρνει μεγάλες τιμές. Μερικές φορές όμως η συνιστώσα αυτή μπορεί να είναι πάρα πολύ μεγάλη σε σχέση με την κατακόρυφη (Εικ.1).



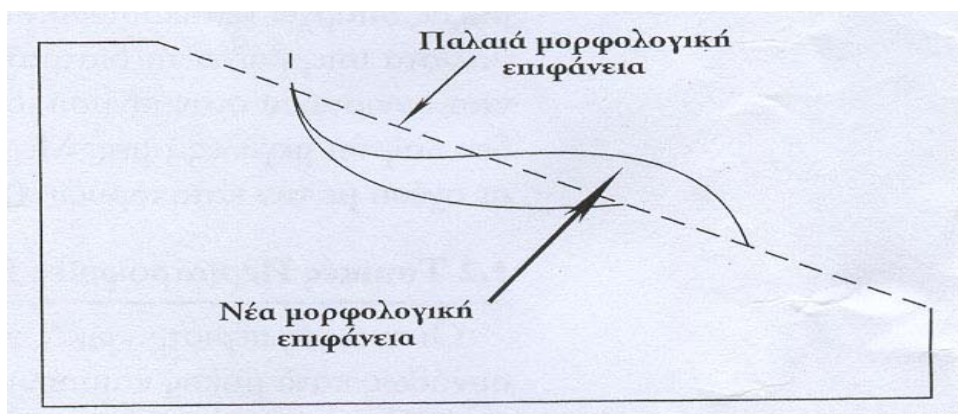
Εικόνα 1. Υπολογισμός του ανύσματος και του μέτρου της μετακίνησης.

Τυπικές Περιστροφικές Κατολισθήσεις

Οι τυπικές περιστροφικές κατολισθήσεις είναι αυτές που εκδηλώνονται με διάρρηξη του πρανούς, συνήθως κατά μήκος καμπύλης επιφάνειας που δεν προϋπήρχε, και στη συνέχεια ολίσθηση της μάζας κατά μήκος της επιφάνειας αυτής.

Η κατολίσθηση θα συμβεί, όταν η διατμητική αντοχή του υλικού κατά μήκος της επιφάνειας διάρρηξης, που θα δημιουργηθεί, υπερνικηθεί από τη διατμητική τάση, η οποία εξασκείται από το βάρος της μάζας που πρόκειται να κατολισθήσει.

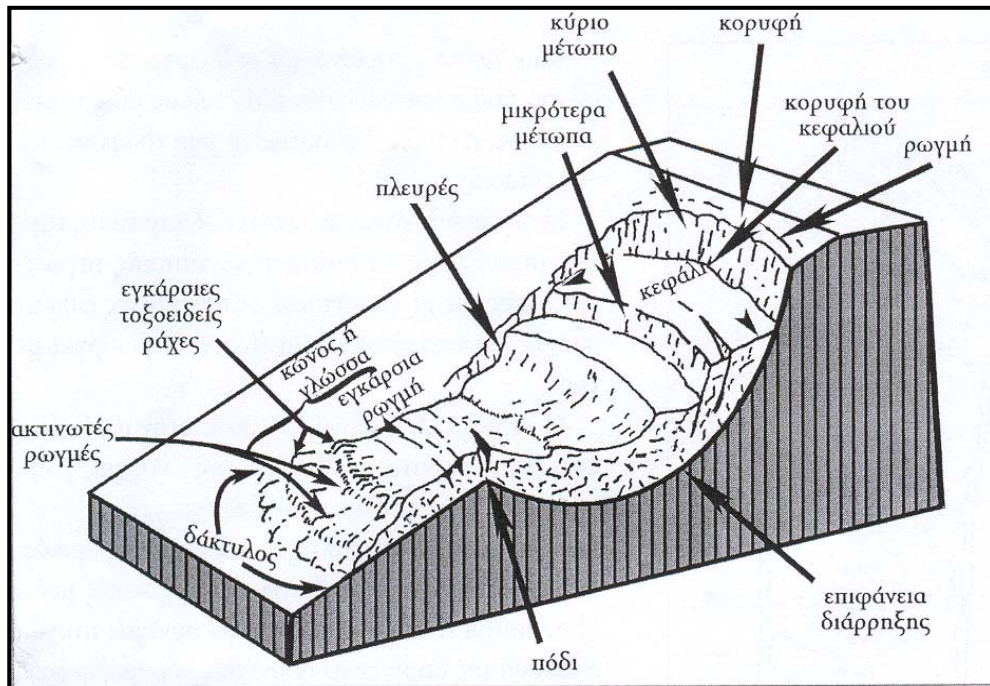
Οι τυπικές κατολισθήσεις που προσβάλλουν εδάφη ή πολύ πυκνοδιαρρηγμένα πετρώματα, που η συμπεριφορά τους μοιάζει πολύ με εκείνη των ασύνδετων αδρομερών υλικών, παρουσιάζουν ορισμένα χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, πριν από την εκδήλωση της κατολίσθησης, εμφανίζονται εφελκυστικές ρωγμές στο πάνω μέρος του πρανούς που πρόκειται να κατολισθήσει. Κατά τη διάρκεια της κατολίσθησης το πάνω τμήμα της μετακινούμενης μάζας υποχωρεί, σε σχέση με την αρχική επιφάνεια του πρανούς, ενώ το κάτω διογκώνεται πάνω από την αρχική επιφάνεια. Έτσι, αν η αρχική επιφάνεια του πρανούς ήταν επίπεδη, η νέα μορφολογική επιφάνεια που θα δημιουργηθεί, θα παρουσιάζεται, σε κατακόρυφη τομή κατά μήκος του άξονα της κατολίσθησης, με τη μορφή σχήματος S (Εικ. 2).



Εικόνα 2. Μορφολογία πριν και μετά την εκδήλωση κατολίσθησης.

Τα διάφορα μέρη που διακρίνονται σε μια τυπική κατολίσθηση, είναι (Εικ. 3):

- Το κύριο μέτωπο. Είναι μια απότομη κρημνώδης επιφάνεια στο σταθερό (αδιατάρακτο) έδαφος που βρίσκεται περιφερειακά της κατολίσθησης και δημιουργήθηκε εξαιτίας της προς τα κάτω κίνησης των υλικών που μετακινήθηκαν. Η προέκταση του κύριου αυτού μετώπου και κάτω από τα διαταραγμένα υλικά καθορίζει την επιφάνεια διάρρηξης.
- Τα μικρότερα μέτωπα. Απότομες κρημνώδεις επιφάνειες πάνω στα διαταραγμένα υλικά που έχουν δημιουργηθεί από διαφορικές κινήσεις μέσα στη μάζα που κατολίσθησε.
- Το κεφάλι. Αποτελείται από τα ανώτερα τμήματα των υλικών που κατολίσθησαν και βρίσκονται κατά μήκος της επαφής των διαταραγμένων υλικών και του κύριου μετώπου.
- Η κορυφή του κεφαλιού. Το υψηλότερο σημείο της επαφής μεταξύ των διαταραγμένων υλικών και του κύριου μετώπου.
- Το πόδι. Η γραμμή διατομής μεταξύ του κατώτερου μέρους της επιφάνειας διάρρηξης και της αρχικής επιφάνειας του εδάφους.
- Ο δάκτυλος. Το περιθώριο των υλικών που κατολίσθησαν, που βρίσκεται στη μεγαλύτερη απόσταση από το κύριο μέτωπο της κατολίσθησης.
- Η κορυφή. Το υλικό, που είναι ακόμη στη θέση του, πρακτικά αδιατάρακτο και βρίσκεται στα υψηλότερα σημεία του κύριου μετώπου.



Εικόνα 3. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά σημεία μιας κατολίσθησης.

- Οι πλευρές. Σαν δεξιά θεωρείται η πλευρά που βρίσκεται προς τα δεξιά, όταν ο παρατηρητής βρίσκεται στην κεφαλή.
- Η επιφάνεια διάρρηξης. Είναι η επιφάνεια κατά την οποία αποχωρίζονται τα υλικά που κατολισθαίνουν από το σταθερό υπόβαθρο.
- Η επιφάνεια ολίσθησης. Είναι η επιφάνεια εκείνη πάνω στην οποία γίνεται η μετακίνηση της μάζας που κατολισθαίνει. Ένα τμήμα (το ανώτερο) της επιφάνειας αυτής, αποτελείται από την επιφάνεια διάρρηξης. Σε χαμηλότερα σημεία, κάτω από το πόδι, η ολίσθηση γίνεται πάνω στην αρχική επιφάνεια του πρσανούς.
- Ο κόνος ή γλώσσα. Είναι τα υλικά εκείνα που έχουν ξεπεράσει την επιφάνεια διάρρηξης και έχουν ολισθήσει πάνω στην αρχική επιφάνεια του πρσανούς.

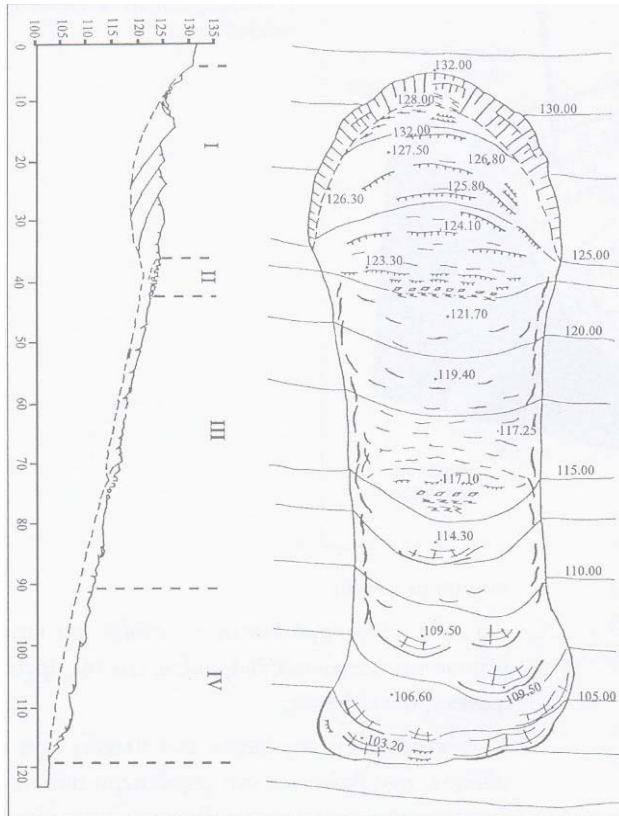
Στην (Εικ.4) φαίνονται οι διάφορες μορφοδυναμικές ζώνες, που αναπτύσσονται κατά μήκος μιας τυπικής κατολίσθησης, η οποία εξελίσσεται σε ροή εδάφους περιορισμένης έκτασης.

Η περιοχή I, είναι εκεί όπου οι διατμητικές τάσεις έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία τυπικής περιστροφικής κατολίσθησης με γεωμετρικά διευθετημένες επιφάνειες ολίσθησης. Τελικό αποτέλεσμα είναι η δημιουργία μιας "κόγχης".

Η περιοχή II, εμφανίζεται μόνο στην περίπτωση που το κατώτερο αόρατο περιθώριο της "κόγχης", δηλαδή το πόδι, βρίσκεται σε στερεό έδαφος.

Η περιοχή III, χαρακτηρίζεται από διαφορικές κινήσεις της μάζας που κατολισθαίνει και αρμονικές μετατοπίσεις. Η συμπίεση της μάζας δημιουργεί συνεχείς πτυχώσεις, ενώ η έκτασή της δημιουργεί ασυνεχείς παραμορφώσεις.

Τέλος, η περιοχή IV, οφείλει την παρουσία της, στην αύξηση της τριβής της κατολισθαίνουσας μάζας πάνω στο υπόβαθρο. Λόγω της συμπίεσης της μάζας που ολισθαίνει δημιουργούνται πτυχές και κυματώσεις.



Εικόνα 4. Οι μορφοδυναμικές ζώνες μιας τυπικής κατολίσθησης.

Καταπτώσεις – Ανατροπές

Κατάπτωση θεωρείται η ελεύθερη πτώση κομματιών πετρώματος, ή πολύ σκληρού εδάφους, τα οποία αποσπώνται απότομα από κλίτεις με μεγάλη κλίση. Η κινούμενη μάζα μετακινείται κατά τη μεγαλύτερη απόσταση στον αέρα. Στο σύνολό της όμως, η κατάπτωση περιλαμβάνει:

- ελεύθερη πτώση,
- κίνηση με πηδήματα,
- κύλιση των τεμαχίων.

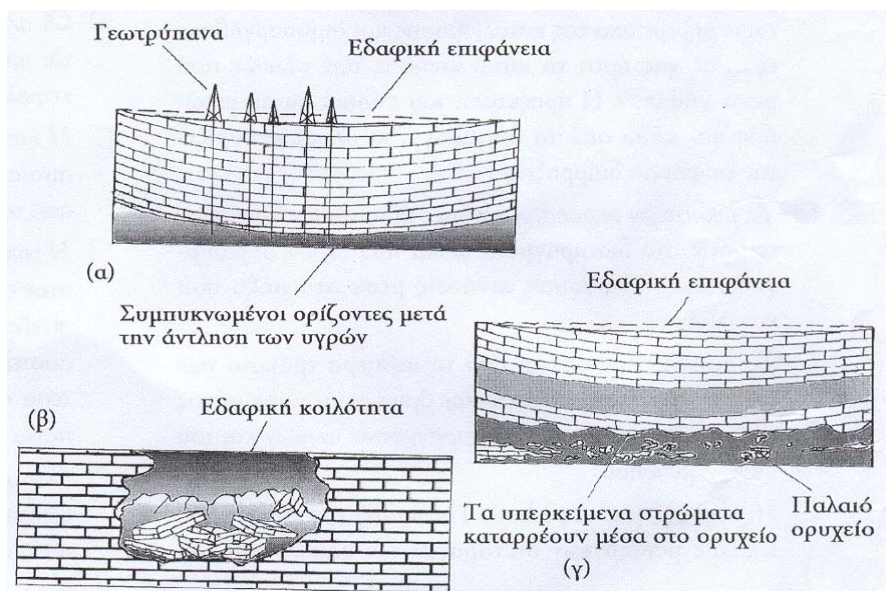
Το όλο φαινόμενο περνάει από ορισμένα στάδια εξέλιξης. Καταρχήν παρατηρείται μια προοδευτική απώλεια στήριξης του κομματιού που θα πέσει, η οποία κατά κανόνα συνοδεύεται από μια διαστολή των ρωγμών. Ακολουθεί πολλές φορές η αιώρησή του και στο τέλος η πτώση του.

Καθιζήσεις και Καταρρεύσεις

Κάθε χρόνο εξορύσσονται από το εσωτερικό της γης μεγάλες ποσότητες υγρών και στερεών υλικών για να αντιμετωπιστούν οι ανάγκες της βιομηχανίας αλλά και του συνεχώς αυξανόμενου πληθυσμού. Με την εξόρυξη όμως των στερεών υλικών δημιουργούνται μεγάλα κενά στο υπέδαφος, ενώ με την εξόρυξη των υγρών αδειάζουν οι πόροι των υλικών που τα περιέχουν, με αποτέλεσμα και στις δύο αυτές περιπτώσεις να μειώνεται η εδαφική υποστήριξη.

Το τι θα συμβεί στην επιφάνεια του εδάφους εξαρτάται από το βάθος στο οποίο υπάρχουν τα κενά αλλά και από την αντοχή των εναπομειναντων υλικών. Με την σταθερή επίδραση της βαρύτητας η μη στηριζόμενη εδαφική επιφάνεια καθιζάνει ή καταρρέει. Αν αυτό συμβεί σε μικρό βάθος, η εδαφική επιφάνεια αποσυμπιέζεται μέσα από μια διαδικασία που ονομάζεται *καθίζηση* και λαμβάνει χώρα με αργούς ρυθμούς, σε χρονικό διάστημα εβδομάδων ή και χρόνων (Εικ. 5α).

Εάν υπάρχουν εδαφικά κενά κοντά στην επιφάνεια (σε βάθη 15-20 μέτρα-εξαρθρώμενα όμως άμεσα από το είδος και την αντοχή των εδαφικών υλικών) το επιφανειακό υλικό διαρρηγνύεται και υποχωρεί στο χώρο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται *κατάρρευση* (Εικ. 5β). Όταν υπάρξει κατάρρευση σε μεγαλύτερα βάθη τότε παρατηρείται παραμόρφωση και στα υπερκείμενα υλικά προκαλώντας έτσι καθίζηση στην επιφάνεια (Εικ. 5γ).

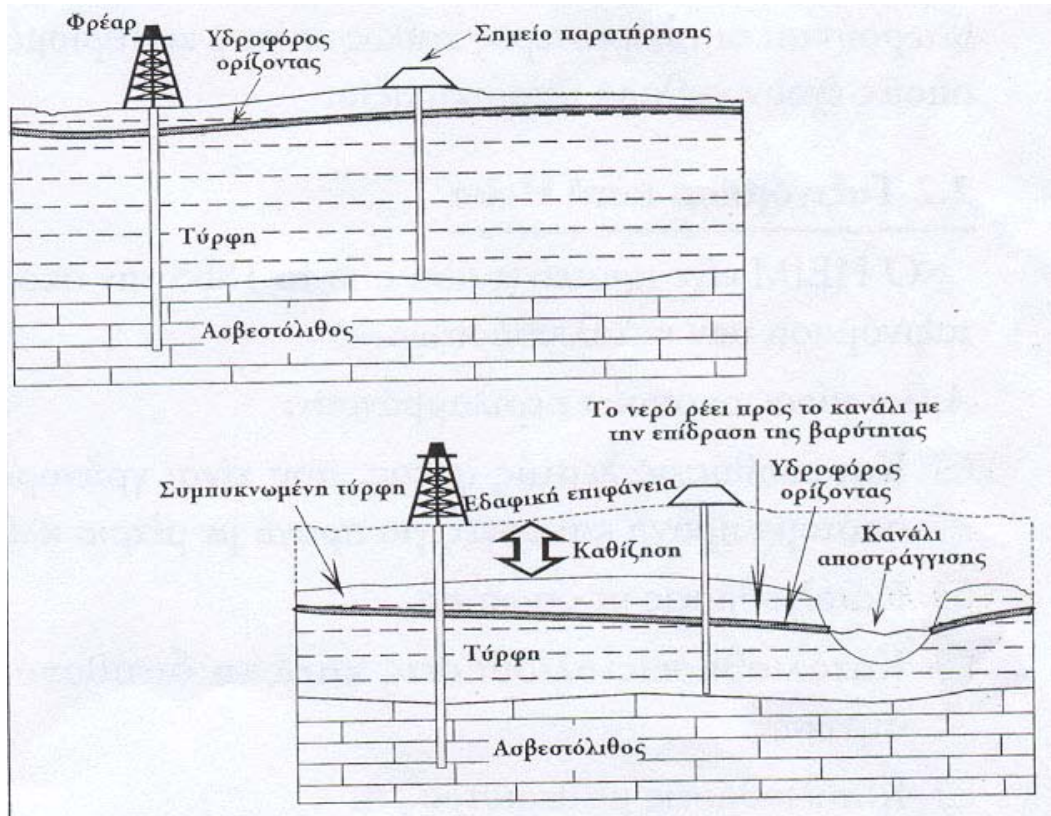


Εικόνα 5. Συσχετισμός μεταξύ καθίζησης και κατάρρευσης. (α) Η άντληση υγρών έχει σαν αποτέλεσμα τη συμπίκνωση των εδαφικών οριζόντων και την καθίζηση των επιφανειακών υλικών. (β) Με την αυξανόμενη διάλυση και τη μεγέθυνση της εδαφικής κοιλότητας προ-καλείται κατάρρευση της επιφάνειας. (γ) Η κατάρρευση ενός παλαιού ορυχείου στο βάθος μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση των υπερκείμενων στρωμάτων και καθίζηση στην επιφάνεια.

Οι καθιζήσεις και οι καταρρεύσεις ανήκουν στις σημαντικές γεωλογικές καταστροφές και γίνονται όλο και πιο συνήθεις αφού οι χρήσεις γης επεκτείνονται συνεχώς σε περιοχές που είναι περισσότερο επιρρεπείς σε αυτές. Η ανάγκη για νερό και η υπεράντλησή του οδηγεί στην πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και στη μείωση της αρτεσιανής πίεσης, εντείνοντας έτσι το πρόβλημα των καθιζήσεων. Σε μερικές περιοχές, παλαιά υπόγεια ορυχεία καταρρέουν προκαλώντας έτσι προβλήματα καθιζήσεων στην επιφάνεια. Διακρίνονται τρία είδη καθιζήσεων:

- Καθίζηση στην εδαφική επιφάνεια ή κοντά σ'αυτήν. Πρόκειται για: (i) καθιζήσεις σε λεπτόκοκκα ιζήματα, τα οποία μπορεί να υποστούν συμπίεση, (ii) καθιζήσεις σε περιοχές, όπου παρατηρείται συστολή και διαστολή των αργιλικών υλικών ανάλογα με τις μεταβολές στο περιεχόμενο σε νερό και (iii) καθιζήσεις σε περιοχές, όπου με την αποστράγγιση και την επακόλουθη αποσύνθεση των πλούσιων σε οργανικά υλικά αποθέσεων παρατηρείται υποχώρηση της εδαφικής επιφάνειας.
- Καθιζήσεις από άντληση. Στους πόρους των ιζημάτων, υγρά στοιχεία όπως το νερό ή το πετρέλαιο βρίσκονται υπό πίεση. Σε αυτή την πίεση των πόρων οφείλεται άλλωστε μέρος της αντοχής των υπερκείμενων ιζημάτων. Έτσι όταν κανείς απομακρύνει τα υγρά από τους πόρους, παρατηρείται πτώση στάθμης και ελαττώνεται η πίεση των πόρων γεγονός που οδηγεί σε συμπίκνωση των εδαφικών οριζόντων (Εικ. 6).
- Καθιζήσεις από καταρρεύσεις υπογείων ορυχείων. Η υπόγεια εξόρυξη προϋποθέτει την απομάκρυνση τεράστιων ποσοτήτων εδαφικού υλικού με αποτέλεσμα τη δραστική

ελάττωση της αντοχής των υπερκείμενων ιζημάτων. Αν οι διαδικασίες εξόρυξης γίνονται σχετικά κοντά στην εδαφική επιφάνεια (σε μερικές δεκάδες μέτρα κάτω από την τοπογραφική επιφάνεια) τότε είναι πολύ πιθανό η αντοχή των εναπομεινάντων υπερκείμενων ιζημάτων να είναι πολύ μικρή ακόμα και για το βάρος των ίδιων, με αποτέλεσμα σταδιακά αυτά να καταρρεύσουν.



Εικόνα 6. Καθίζηση προκαλούμενη από αποστράγγιση τύρφης.

(α) Αρχική κατάσταση πριν από την αποστράγγιση της τύρφης.

(β) Καθίζηση της εδαφικής επιφάνειας καθώς η τύρφη αποστραγγίζεται από το κανάλι.

2. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Γενικά

Για την ταξινόμηση των κατολισθήσεων, έχουν γίνει από πολλούς ερευνητές-κατά καιρούς- διάφορες προτάσεις, οι οποίες θεωρήθηκε ότι ήταν απαραίτητες στην περιγραφή, στην έρευνα και στην αντιμετώπιση των φαινομένων, αλλά και γενικότερα στην ευχερέστερη επικοινωνία μεταξύ των ασχολούμενων με το αντικείμενο. Σε κάθε μία περίπτωση ταξινόμησης, δίνεται ιδιαίτερη σημασία και έμφαση σε κάποιον ή κάποιους από τους παράγοντες της κατολίσθησης, όπως στον τύπο, την ταχύτητα, την ηλικία και τους λόγους μετακίνησης, στο είδος των υλικών, στη γεωμετρία του φαινομένου σε σχέση ή όχι με τη γεωλογική δομή και τη μορφολογία. Όπως είναι φυσικό, οι πληρέστερες ταξινομήσεις είναι αυτές, οι οποίες περιλαμβάνουν όσο το δυνατό περισσότερους παράγοντες και γι' αυτό το λόγο έχουν διατηρηθεί και επικρατήσει τόσο στη διεθνή βιβλιογραφία όσο και στη καθημερινή πρακτική. Στη συνέχεια, αναφέρονται ορισμένες από τις ταξινομήσεις οι οποίες θεωρούνται οι πληρέστερες καθώς επίσης και ορισμένες οι οποίες έχουν καθαρά ιστορική αξία.

Ταξινόμηση κατά Heim

Ο HEIM είχε προτείνει ήδη από το 1885 την ακόλουθη ταξινόμηση των κατολισθήσεων:

Απλοί τύποι, οι οποίοι περιλαμβάνουν:

- Κατολισθήσεις λεπτής φέτας, που είναι γρήγορες για απότομα πρηνή και αργές για πρηνή με μέτρια κλίση.
- Κατολισθήσεις με αποκοπή.
- Κατολισθήσεις-ολισθήσεις κατά τη διεύθυνση της στρώσης.
- Κατολισθήσεις με περιστροφή.
- Καταπτώσεις.

Σύνθετοι τύποι, οι οποίοι περιλαμβάνουν συνήθως ένα συνδυασμό των απλών τύπων των κατολισθήσεων.

Πολύπλοκες κατολισθήσεις.

Ταξινόμηση κατά Penta

Ο PENTA διέκρινε τα κατολισθητικά φαινόμενα σε:

- Κατολισθήσεις γαιών, βραχωδών πετρωμάτων και κλαστικών υλικών.
- Κατακρημνίσεις επιφανειακές και μεγάλων μαζών.
- Καταρρεύσεις.
- Καθιζήσεις.
- Μικτές και πολύπλοκοι τύποι κατολισθήσεων.

Ταξινόμηση κατά Desio

Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, διακρίνονται τα ακόλουθα είδη κατολισθήσεων:

- Κατολισθήσεις με *κατάρρευση*. Πρόκειται για μετακινήσεις μη συνεκτικών υλικών ή υλικών που μεταπίπτουν σε μη συνεκτικά, λόγω της παρουσίας του νερού. Παρατηρούνται συνήθως σε νέες φυσικές ή τεχνικές τομές.
- Κατολισθήσεις με *διάρρευση*. Πρόκειται για μετακινήσεις σε αργιλικά ως επί το πλείστον εδάφη, τα οποία έχουν διαποτιστεί με νερό λόγω βροχοπτώσεων ή άλλων αιτιών.
- Κατολισθήσεις με *ολίσθηση*. Πρόκειται για μετακίνηση συνήθως βραχωδών μαζών με κάποια σαφώς εκπεφρασμένη στρώση ή άλλη τεκτονική ασυνέχεια, καταμήκος των οποίων γίνεται η ολίσθηση.
- Κατολισθήσεις με *θραύση*. Είναι κατολισθήσεις με ταυτόχρονη θραύση της βραχώδους μάζας. Η γεωμετρία της επιφάνειας θραύσης μπορεί να είναι απλή ή και πολύπλοκη, ενώ η ταχύτητα είναι γενικά μεγάλη.
- Κατολισθήσεις με *κατακρήμνιση*. Πρόκειται για αποσπάσεις-πτώσεις βραχωδών κυρίως μαζών, οι οποίες γίνονται σε κλίσεις με πολύ μεγάλες κλίσεις.
- Κατολισθήσεις *πολύπλοκες*. Πρόκειται για συνδυασμό των διαφόρων ειδών κατολισθήσεων που περιγράφηκαν προηγουμένως.

Ταξινόμηση κατά Hoek-Bray

Η ταξινόμηση κατά HOEK-BRAY αφορά κατολισθήσεις αποκλειστικά σε βραχώδες μάζες, οι οποίες διακρίνονται σε:

Απλές θραύσεις

- *Επίπεδη* θραύση, η οποία λαμβάνει χώρα όταν η γεωλογική ασυνέχεια (επιφάνεια στρώσης, διάκλαση, ρήγμα, κλπ.) έχει κλίση ομόρροπη προς το πρηνές και η γωνία κλίσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία τριβής.

- *Σφηνοειδής* θραύση, η οποία λαμβάνει χώρα όταν στη βραχώδη μάζα υπάρχουν δύο είδη ασυνεχειών με διαφορετικές διευθύνσεις. Αναγκαία προϋπόθεση σε αυτή την περίπτωση είναι, η κλίση της γραμμής διάταξής τους να είναι ομόρροπη προς το πρανές και να έχει πολύ μεγαλύτερη κλίση από τη γωνία τριβής.
- *Κυκλική* θραύση, η οποία λαμβάνει χώρα σε ρηγματογενείς και κατακερματισμένες μάζες. Στην ουσία, στην περίπτωση αυτή, υπάρχουν πολλές επιμέρους θραύσεις, οι οποίες τείνουν να ακολουθήσουν μία κυκλική γραμμή.
- *Σάρρες πρανών*. Πρόκειται για μετακινήσεις σε κατακερματισμένα πετρώματα, τα οποία προέρχονταν από την αποσάθρωση των βραχωδών πρανών.
- Θραύσεις με *ανατροπή*. Πρόκειται για μετακινήσεις, οι οποίες προέρχονται από ανατροπές ορισμένων τμημάτων βραχωδών πρανών κατόπιν θραύσης.

Σύνθετες θραύσεις

- Θραύσεις σε *δύο επιφάνειες*. Στην περίπτωση αυτή, μεσολαβούν δύο θραύσεις σε δύο επιφάνειες, ενώ αναγκαίες προϋποθέσεις για τις θραύσεις είναι να διατηρηθούν οι διατμητικές αντοχές στις επιφάνειες αυτές.
- Θραύσεις από *διόγκωση*. Πρόκειται για θραύσεις, οι οποίες γίνονται σε σχηματισμούς, όταν επικάθονται πάνω σε πετρώματα τα οποία είναι δυνατό να διογκωθούν. Μετά τη θραύση, γίνεται η μετακίνηση της μάζας, η οποία διευκολύνεται από την πλαστικότητα και τη μικρή γωνία τριβής που έχουν συνήθως τα πετρώματα που μπορούν να διογκωθούν.
- *Ολίσθηση και ανατροπή*. Πρόκειται για μετακινήσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν κατ' αρχάς ολίσθηση μαζών και στη συνέχεια ανατροπή τους.
- Θραύση από *επαγωγικές τάσεις*. Παρατηρούνται σε περιπτώσεις πρανών, όπου υπάρχουν εναλλαγές πετρωμάτων με τελείως διαφορετικές μηχανικές ιδιότητες.
- *Προοδευτική* θραύση. Πρόκειται για θραύσεις, οι οποίες γίνονται με πολύ αργό ρυθμό και συνδυάζονται με φαινόμενα ερπυσμού και αποσάθρωσης. Οι προοδευτικές θραύσεις οδηγούν κάποια χρονική στιγμή σε κατολισθήσεις, οι οποίες είναι συνήθως αρκετά σφοδρές ανάλογα με το βαθμό κατακερματισμού και τη γεωλογική δομή.

Εκτόξευση βράχων

Λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια εκρήξεων που γίνονται για τη διαμόρφωση ενός πρανούς, με τις περισσότερες φορές από υπολειπόμενες τάσεις.

Ταξινόμηση κατά Varnes

Η ταξινόμηση κατά VARNES (Εικ.7) θεωρείται μια από τις πληρέστερες ταξινομήσεις που έχουν προταθεί. Στην ταξινόμηση αυτή, λαμβάνονται υπόψη αρκετοί παράγοντες, όπως το είδος της κίνησης, το είδος των υλικών που μετασχηματίστηκαν, η μορφή της κίνησης κλπ..

Διακρίνονται τα εξής είδη:

- *Καταπτώσεις*. Πρόκειται για αποσπάσεις μαζών διαφόρων μεγεθών από απότομα πρανή και στη συνέχεια μετακίνηση τους λόγω βαρύτητας με τη μορφή ελεύθερης πτώσης, αναπηδήματος και κύλισης. Η κίνηση είναι γρήγορη έως πολύ γρήγορη και συνήθως αυξάνει προς τα κάτω λόγω της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Διακρίνονται ανάλογα με το είδος της μάζας που πέφτει, σε πτώσεις βράχων, πτώσεις κορημάτων και σε πτώσεις εδάφους(Εικ. 8).
- *Ανατροπές*. Πρόκειται για πτώσεις μαζών, στις οποίες η αρχική κίνηση περιλαμβάνει μια ανατροπή, δηλαδή ουσιαστικά μια περιστροφή γύρω από έναν άξονα, ο οποίος ευρίσκεται κάτω ή στο κάτω μέρος της μάζας. Προκαλούνται συνήθως από υποσκαφές σε ένα τμήμα της βάσης, οπότε υπάρχει απώλεια στήριξης ή από πλευρικές ωθήσεις, για παράδειγμα από πιέσεις νερού των ασυνεχειών.

ΜΟΡΦΗ ΚΙΝΗΣΗΣ		ΤΥΠΟΣ ΥΛΙΚΟΥ	
		ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ	ΕΛΑΦΗ
I. ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΙΣ			
II. ΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ	A. Μετακινούμενο υλικό χωρίς μεγάλη παραμόρφωση	ΕΠΙΠΕΔΗ	ΕΠΙΠΕΔΗ
	Β. Μετακινούμενα υλικά πολύ παραμορφωμένα	ΟΛΙΣΘΗΣΗ BLOCK μέσα ταχύτητα	ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ
		ΟΛΙΣΘΗΣΗ BLOCK μέσα ταχύτητα	ΑΣΤΟΧΙΑ ΜΕ ΠΛΑΕΥΡΙΚΗ ΕΞΑΙΛΙΩΣΗ πολύ γρήγορη
		ΟΛΙΣΘΗΣΗ BLOCK μέσα ταχύτητα	ΟΛΙΣΘΗΣΗ ΚΟΡΗΜΑΤΩΝ
III. ΡΟΕΣ	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΟΧΙ ΠΛΑΣΤΙΚΗ Η ΕΥΛΙΕΘΗ ΑΡΓΥΛΟΣ ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΜΕΝΗ ΑΜΜΟΣ Η ΙΛΥΣ	ΤΕΛΕΙΟΣ ΔΕΥΝΕΤΑ ΥΛΙΚΑ
	ΡΟΗ ΘΡΑΥΣΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΩΜΑΤΟΣ	ΜΕΙΓΜΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΩΝ, ΕΛΑΦΟΥΣ, ΑΡΓΥΛΩΝ Κ.ΛΠ.	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ
	Διαβάθμιση περιεχόμενου νερού	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ	ΡΟΗ ΕΛΑΦΟΥΣ

Εικόνα 7. Ταξινόμηση κατολισθήσεων κατά VARNES.



Εικόνα 8. Καταπτώσεις βραχωδών όγκων στην εθνική οδό.



Εικόνα 9. Ερπυστικά φαινόμενα με χαρακτηριστικές κάμψεις των κορμών των δέντρων σε εδαφικό μανδύα προερχόμενο από την αποσάθρωση οφιολιθικών πετρωμάτων στο όρος Κόζιακας στη Δυτική Θεσσαλία.

➤ *Ολισθήσεις.* Πρόκειται για μετακινήσεις, οι οποίες συνοδεύονται οπωσδήποτε με θραύση κατά μήκος μιας ή περισσότερων επιφανειών. Διακρίνονται δύο τύποι ολισθήσεων από τους οποίους, στο μεν πρώτο υπάρχει μία περιστροφική κίνηση της

μάζας γύρω από ένα νοητό άξονα, στο δε δεύτερο υπάρχει μια μετάθεση της μάζας, χωρίς να ακολουθεί κάποιο συγκεκριμένο τόξο. Επίσης, διακρίνονται δύο τύποι, ανάλογα με το αν η μετακινούμενη μάζα έχει υποστεί μικρές ή μεγάλες παραμορφώσεις.

Πιο αναλυτικά, οι *περιστροφικές ολισθήσεις* είναι ολισθήσεις, οι οποίες γίνονται κατά μήκος μιας επιφάνειας θραύσης που είναι κοίλη προς τα πάνω. Αποτελούν τον πιο κοινό τύπο κατολισθήσεων. Πιο συνηθισμένη μορφή τους είναι η μορφή της "κάθισης" και παρατηρούνται τόσο σε ομογενή υλικά όσο και σε ετερογενή. Ειδικά στις περιπτώσεις, όπου η ολίσθηση εκτείνεται σε ένα μεγάλο τμήμα του πρηνούς κάθετα στη διεύθυνση μετακίνησης, η επιφάνεια θραύσης μπορεί να παραλληλιστεί με κύλινδρο, ο άξονας του οποίου είναι παράλληλος στο πρηνές. Το ανώτερο τμήμα της επιφάνειας διάρρηξης είναι σχεδόν κατακόρυφο, με αποτέλεσμα τα ακραία μη μετακινηθέντα τεμάχια να είναι ασταθή και έτσι να παρατηρούνται νέες θραύσεις.

Οι *μεταθετικές ολισθήσεις* είναι ολισθήσεις, οι οποίες γίνονται κατά μήκος μιας επίπεδης ή σχεδόν επίπεδης επιφάνειας. Το άνυσμα της ολίσθησης μπορεί να είναι πολύ μεγάλο εάν η επιφάνεια ολίσθησης έχει μια σημαντική κλίση και η διατμητική αντίσταση κατά μήκος της είναι μικρή. Διακρίνονται, σε ολισθήσεις τεμαχίων (block slide), όταν η μάζα είναι μεγάλη και σε ολισθήσεις κατακερματισμένων τεμαχίων, όταν υπάρχουν πολλές μικρές μονάδες.

Ο όρος *ερπυσμός* πρέπει να περιοριστεί σε αργές και συνεχείς παραμορφώσεις στο χώρο, μικρό μέρος από τις οποίες μπορούν να αντιστραφούν μετά την άρση των τάσεων, ενώ αντίθετα το μεγαλύτερο παραμένει (Εικ. 9).

Όσον αφορά στις *ροές* πρόκειται για γρήγορες ή αργές μετακινήσεις χαλαρών υλικών με ή χωρίς παρουσία υγρής φάσης. Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις, οι μετακινήσεις και οι ταχύτητες έχουν τα χαρακτηριστικά των μετακινήσεων και των ταχυτήτων των ρευστών με υψηλό ιξώδες, ενώ ορισμένοι από τους τύπους ροών αναφέρονται από άλλους ερευνητές και σαν ερπυσμοί, πράγμα το οποίο ισχύει και για μερικά από τα άλλα είδη κατολισθήσεων. Έτσι, η παρουσία μεγάλων ποσοτήτων νερού σε κορήματα προκαλεί τις λεγόμενες χιονοστιβάδες κορημάτων, ενώ αντίστοιχη παρουσία νερού σε λεπτόκοκκα υλικά προκαλεί τις ροές λάσπης. Στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια του θέρους, τα επιφανειακά στρώματα του πάγου τήκονται ευκολότερα και τροφοδοτούν με νερό τα εδάφη, τα οποία κινούνται πάνω στα κατώτερα στρώματα του πάγου.

Ταξινόμηση κατά Zaruba – Mencl

Οι ZARUBA – MENCL διακρίνουν τους εξής τύπους κατολισθήσεων στηριζόμενοι κυρίως στα γεωλογικά χαρακτηριστικά τους:

Μετακινήσεις επιφανειακών αποθέσεων. Πρόκειται για μετακινήσεις των επιφανειακών σχηματισμών. Στον τύπο αυτό διακρίνονται:

➤ Ερπυσμός κορημάτων και κάμψεις κεφαλών στρωμάτων. Όπως είναι φυσικό τα κορήματα μετακινούνται πάνω στους υποκείμενους σταθερούς σχηματισμούς, εξαιτίας του βάρους των μεταβολών, οι οποίες λαμβάνουν χώρα. Επίσης, η κάμψη των κεφαλών των στρωμάτων γίνεται κυρίως εξαιτίας της βαρύτητας ή των τάσεων, οι οποίες ασκούνται στα κορυφαία τμήματα των στρωμάτων των σχηματισμών.

➤ Ολισθήσεις του επιφανειακού μανδύα αποσάθρωσης. Οι ολισθήσεις αυτές είναι πολύ διαδεδομένες και προσβάλλουν σχηματισμούς σε βάθος ως μερικά μέτρα. Οι μετακινήσεις του τύπου αυτού διευκολύνονται από τη μικρή συνοχή των υλικών του μανδύα, την παρουσία νερού και τις ατμοσφαιρικές μεταβολές.

➤ Ροές γαιών. Προκαλούνται σε λεπτομερή υλικά όταν κορεσθούν με νερό κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων. Μια ιδιαίτερη κατηγορία είναι οι λεγόμενες ροές άμμου, οι οποίες προκαλούνται σε άμμους με μεγάλη ποσότητα νερού.

➤ Ροές κορημάτων. Πρόκειται για μετακινήσεις αδρομερών στοιχείων, οι οποίες οφείλονται στην παρουσία και τη ροή νερού. Στην ουσία, πρόκειται για μεταφορές

αδρομερών υλικών κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων. Στην κατηγορία αυτή, ανήκουν και οι ροές ηφαιστειακής λάσπης, οι οποίες προκαλούνται από τη δράση των ηφαιστειών και από ισχυρές βροχοπτώσεις.

Μετακινήσεις σε αργιλικά πετρώματα. Πρόκειται για μετακινήσεις, οι οποίες συνοδεύονται από θραύσεις που προκαλούνται σε αργιλικά πετρώματα. Διακρίνονται σε:

➤ Ολισθήσεις κατά μήκος *κυλινδρικών επιφανειών ολίσθησης*. Πρόκειται για θραύσεις και ολισθήσεις πάνω σε καμπύλες επιφάνειες, οι οποίες προκαλούνται όταν ξεπεραστεί η διατμητική αντοχή των υλικών. Η μετακινούμενη μάζα συσσωρεύεται στο πόδι της κατολίσθησης, όταν στο ανώτερο τμήμα της θραύσης παρατηρείται μία “κάθιση” των μαζών, ενώ οι επιφάνειες διάρρηξης είναι σχεδόν κατακόρυφες. Έτσι δημιουργούνται νέες ασταθείς μάζες, με αποτέλεσμα, σε ορισμένες περιπτώσεις, να παρατηρούνται ανάδρομες κατολισθήσεις σε πολύ μεγάλη έκταση. Το μέγεθος των κατολισθήσεων αυτών καθώς επίσης και οι μετακινούμενες μάζες είναι δυνατό να είναι τεράστιες και ελέγχονται άμεσα από τη γεωλογική δομή της περιοχής εκδήλωσης.

➤ Ολισθήσεις κατά μήκος *σύνθετων επιφανειών*. Είναι ολισθήσεις, οι οποίες δε γίνονται κατά μήκος κυλινδρικών επιφανειών, αλλά κατά μήκος σύνθετων επιφανειών, οι οποίες ορίζονται συνήθως από την παρουσία εναλλαγών πετρωμάτων με διαφορετικά γεωμηχανικά χαρακτηριστικά ή από την παρουσία ασυνεχειών στο υφιστάμενο πρηνές. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συνήθως, η επιφάνεια ορίζεται από τις επιφάνειες στρώσεων και μεταξύ στρωμάτων με διαφορετική περατότητα ή αντοχή (π.χ. κροκαλοπαγή-μάργες) από ρήγματα ή διακλάσεις ή ακόμα και από παλιές επιφάνειες ολισθήσεων. Όπως φαίνεται, η έρευνα ευστάθειας των πρηνών σε αυτές τις περιπτώσεις είναι δύσκολη μιας και τα αποτελέσματα των επί τόπου εργαστηριακών δοκιμών είναι εντελώς σημειακά και δεν ανταποκρίνονται σε όλη την έκταση της μάζας, ούτε στην αντοχή όλων των επιφανειών ολίσθησης, οι οποίες και θα πρέπει να προσδιοριστούν με λεπτομερή γεωλογική-τεκτονική μελέτη.

➤ Μετακίνηση πάνω σε *πλαστικά πετρώματα* Πρόκειται για μετακίνηση τεμαχίων από συμπαγή πετρώματα πάνω σε πλαστικά πετρώματα (π.χ. αργίλους). Μια ιδιαίτερη περίπτωση είναι οι συνδυασμένες ολισθήσεις πολλών ανεξάρτητων τεμαχίων, οι οποίες καλούνται “ολισθήσεις τεμαχίων”.

Ολισθήσεις συμπαγών πετρωμάτων. Είναι ολισθήσεις σε βραχώδη πρηνή, οι οποίες ορίζονται από τις υφιστάμενες ασυνέχειες που μπορεί να είναι πρωτογενείς (στρώσεις, ασυμφωνίες) ή δευτερογενείς (ρήγματα, διακλάσεις, κλπ.). Διακρίνονται σε:

➤ Ολισθήσεις κατά μήκος των *υφιστάμενων ασυνεχειών*. Προκαλούνται όταν ξεπεραστεί το όριο διατμητικής αντοχής μιας ασυνέχειας από διάφορες αιτίες, όπως η παρουσία νερού ή πάγου, η πλευρική ώθηση, η αύξηση της γωνίας κλίσης του πρηνούς ή αφαίρεση της υποστήριξης, κλπ. Κυρίαρχο ρόλο σε αυτή την περίπτωση παίζει η γεωμετρία των ασυνεχειών σε συνάρτηση με τη γεωμετρία του πρηνούς.

➤ Ολισθήσεις *βαρύτητας*. Πρόκειται κατά κύριο λόγο για αργές μετακινήσεις, οι οποίες οφείλονται στη βαρύτητα. Παρατηρούνται σε κλαστικά πετρώματα και η παραμόρφωση μπορεί να αντιστοιχηθεί με τον ερπυσμό.

➤ *Πτώσεις βράχων*. Είναι απότομες μετακινήσεις βραχωδών μαζών διαφόρων μεγεθών από απότομα πρηνή, όταν οι μάζες χάνουν την υποστήριξη τους. Η ταχύτητα πτώσεως είναι πολύ μεγάλη και η επιτάχυνση είναι ίση με αυτή της βαρύτητας. Προκαλούνται συνήθως κατά μήκος απότομων ακτών, λόγω της δράσεως των κυμάτων ή λόγω των σεισμικών κινήσεων.

Ειδικές περιπτώσεις μετακινήσεων. Πρόκειται για ειδικές περιπτώσεις μετακινήσεων όπως:

➤ *Εδαφική ροή*. Είναι μετακίνηση του εδάφους πάνω σε παγωμένο υπόβαθρο.

- *Ροή αργίλων.* Είναι μετακινήσεις σε αργίλους, οι οποίες έχουν σχέση με τις διεργασίες και μετατροπές στη δομή των αργιλικών ορυκτών.
- *Ημιυγρή ολίσθηση.* Είναι μετακινήσεις στον πυθμένα των θαλασσών και σε ιζήματα τα οποία δεν έχουν ακόμα λιθοποιηθεί. Τα ιζήματα αυτά είναι αργιλούχα, ιλυούχα ή αμμούχα και η μετακίνηση μπορεί να γίνει από μία ελάχιστη δόνηση.

3. ΑΙΤΙΑ ΕΚΔΗΛΩΣΗΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ

Γενικά

Για την εκδήλωση ενός κατολισθητικού φαινομένου σπάνια είναι ικανή η παρουσία ενός και μόνο παράγοντα. Συνήθως απαιτείται η συνύπαρξη πολλών παραγόντων, που έχουν σχέση τόσο με τις γεωλογικές, γεωτεχνικές και μορφολογικές συνθήκες όσο και με τις περιβαλλοντολογικές συνθήκες και ανθρώπινες παρεμβάσεις και δραστηριότητες.

Η παρουσία των παραγόντων αυτών έχει σαν επακόλουθο τη δραστική μείωση της ευστάθειας των μαζών, οι οποίες σε κάποια χρονική στιγμή είναι πιθανό να την απολέσουν λόγω της επενέργειας κάποιου από τους προηγούμενους παράγοντες ή κάποιου άλλου διαφορετικού. Ο τελευταίος θεωρείται και το αίτιο της κατολίσθησης.

Το όλο πλαίσιο δράσης ορισμένων παραγόντων και η εκδήλωση των κατολισθήσεων μπορεί να αντιστοιχηθεί με μια πολεμική σύρραξη, όπου υφίστανται ήδη οι λόγοι της σύρραξης και επακολουθεί η αιτία ή αφορμή, η οποία δεν είναι κατά κανόνα ο κυριότερος από τους λόγους του πολέμου.

Παράγοντες που συμβάλλουν στην αύξηση της διατμητικής τάσης

Αφαίρεση υποστήριξης. Η αφαίρεση υποστήριξης είναι ένας από τους πλέον συνηθέστερους παράγοντες πρόκλησης κατολισθήσεων. Είναι δυνατό να γίνει είτε στο πόδι της ασταθούς μάζας, είτε πλευρικά και μπορεί να οφείλεται, είτε σε φυσικά αίτια, είτε σε ανθρώπινη παρέμβαση. Ειδικότερα, η αφαίρεση υποστήριξης από φυσικά αίτια μπορεί να οφείλεται:

- Στη διαβρωτική ενέργεια του νερού που κυκλοφορεί σε ποταμούς και χείμαρρους, με αποτέλεσμα να προκαλούνται υποσκαφές και στη συνέχεια μετακινήσεις των ασταθών μαζών.
- Στις υποσκαφές των ακτών, λόγω της δράσης των κυμάτων ή των παλιρροιών. Στις περιπτώσεις αυτές λαμβάνει χώρα, τις περισσότερες φορές, αρχικά υποσκαφή και στη συνέχεια κατάπτωση των υπερκείμενων όγκων.
- Στις υποσκαφές, οι οποίες προκαλούνται από τη μετακίνηση παγετώνων, σε περιοχές βέβαια, όπου οι κλιματολογικές και μορφολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές.
- Στις υποσκαφές, οι οποίες οφείλονται στη δράση των ανέμων, σε περιπτώσεις απότομων πρηνών, όπου χαλαροί σχηματισμοί υπόκεινται συνεκτικών, με αποτέλεσμα να επέρχεται σταδιακά απώλεια στήριξης των υπερκείμενων μαζών.
- Σε μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες-ρήγματα με σημαντικά κατακόρυφη συνιστώσα μετακίνησης. Η αφαίρεση υποστήριξης στην περίπτωση αυτή γίνεται στις βραχώδεις ή εδαφικές μάζες του ρηξιτεμάχους που σχετικά ανυψώθηκε, σε σχέση με το εκατέρωθεν της ρηξιγενούς ζώνης.
- Εξαιτίας υποσκαφών και αφαιρέσεων υλικών, λόγω λατομικών ή μεταλλευτικών δραστηριοτήτων.
- Εξαιτίας υποσκαφών και αφαίρεσης υλικών για τη κατασκευή τεχνικών έργων, όπως οδικών αρτηριών, σιδηροδρομικών γραμμών, θεμελίωσης οικοδομών κ.α.

- Εξαιτίας αφαίρεσης των έργων υποστήριξης, όπως πασσάλων, τοίχων αντιστήριξης κλπ.

Πλευρική πίεση. Η πλευρική πίεση που μπορεί να ασκηθεί εξαιτίας πολλών παραγόντων, είναι δυνατό να παίζει καθοριστικό ρόλο στην εκδήλωση μιας κατολίσθησης. Συγκεκριμένα, οι πλευρικές τάσεις, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, προστίθενται στις υπάρχουσες τυχόν διατμητικές τάσεις και μπορεί να αποκτήσουν συνολική τιμή μεγαλύτερη από τη διατμητική αντοχή των σχηματισμών ενός πρανούς και να αρχίσει έτσι μετακίνηση της μάζας. Η πλευρική πίεση είναι δυνατό να προέρχεται από:

- Την παρουσία νερού σε ρωγμές και σε κοιλότητες των πετρωμάτων, οι οποίες οφείλονται είτε σε πρωτογενή αίτια (στρώση, πορώδες), είτε σε δευτερογενή (ρήγματα, διάβρωση). Η ψύξη του νερού στις κοιλότητες και στις ρωγμές και η αύξηση του όγκου του κατά τη στερεοποίηση έχει σαν αποτέλεσμα την εξάσκηση ικανών πλευρικών δυνάμεων στα τοιχώματα.
- Τη διόγκωση πετρωμάτων λόγω του εμποτισμού τους από το κατεισδύον νερό. Τέτοιες περιπτώσεις είναι συνήθως περιοχές όπου εμφανίζονται εβαπορίτες, οι οποίοι παρουσιάζουν τα γνωστά φαινόμενα διαπειρισμού.
- Από κινητοποίηση παραμενουσών τάσεων μέσα σε μάζες γεωλογικών σχηματισμών. Η κινητοποίηση αυτή είναι δυνατό να γίνει κάτω από ορισμένες μόνο συνθήκες.

Πρόσθετη φόρτιση. Η πρόσθετη φόρτιση (επιφόρτιση) είναι σε πολλές περιπτώσεις ένας ικανός παράγοντας για την εκδήλωση ή όχι μιας κατολίσθησης σε μια μάζα με οριακές συνθήκες ισορροπίας. Σε γενικές γραμμές, όσο πιο αργά γίνεται η επιφόρτιση τόσο μειωμένες είναι οι πιθανότητες μετακίνησης, ενώ όσο πιο γρήγορα γίνεται τόσο αυξημένες είναι οι πιθανότητες εκδήλωσης κατολίσθησης. Η πρόσθετη φόρτιση είναι δυνατό να οφείλεται στη δράση φυσικών παραγόντων και ειδικότερα:

- Μεταφορά και απόθεση υλικών λόγω της βαρύτητας, σε επικλινείς μορφολογικά περιοχές, με τη μορφή πλευρικών κορημάτων ή κώνων κορημάτων.
- Μεταφορά και απόθεση υλικών από τη δράση του επιφανειακού ύδατος, σε επικλινείς μορφολογικά περιοχές και κυρίως κατά μήκος χειμάρρων και ποταμών.
- Ανάπτυξη της βλάστησης ή αναδάσωση μιας περιοχής.
- Αύξηση της μάζας του ύδατος, το οποίο προέρχεται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, στους πόρους των πετρωμάτων.
- Κατασκευή κτιρίων ή μεγάλων τεχνικών έργων.
- Απόρριψη αδρανών υλικών ή σκουπιδιών ή ακόμα στη συγκέντρωση λατομικών υλικών, μεταλλευμάτων και άλλων υλικών.
- Δημιουργία επιχωμάτων για την κατασκευή τεχνικών έργων.

Παροδικές γήινες τάσεις. Οι παροδικές γήινες τάσεις είναι δυνατό να αποτελέσουν το έναυσμα της μετακίνησης μιας βραχύδους ή εδαφικής μάζας, επειδή οι επιταχύνσεις προκαλούν αύξηση της διατμητικής τάσης και μεταβάλλουν γενικά το καθεστώς τάσεων σε ένα πρανές.

Οι παροδικές γήινες τάσεις μπορεί να οφείλονται είτε σε σεισμικές κινήσεις είτε σε δονήσεις προερχόμενες από ανθρώπινες δραστηριότητες.

Οι δονήσεις που οφείλονται στις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι δυνατό να προέρχονται από εκρήξεις σε περιοχές λατομείων, από την κυκλοφορία βαρέων οχημάτων, από τη λειτουργία βιομηχανικών συγκροτημάτων, κλπ.

Ηφαιστειακή δραστηριότητα. Σε περιοχές ηφαιστειών, η ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι δυνατό, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, να προκαλέσει αύξηση των διατμητικών τάσεων και στη συνέχεια κατολίσθησεις μέσα στην καλδέρα, στον ηφαιστειακό κώνο αλλά και στην ευρύτερη περιοχή.

Οι διεργασίες που συμβάλλουν στην αύξηση της διατμητικής τάσης έμμεσα ή άμεσα είναι, η υποχώρηση της υποστήριξης λόγω καταβύθισης της καλδέρας ή η επιπρόσθετη φόρτιση από την απόθεση νέων υλικών όπως λάβα, τέφρα, κίσηρη, οι αλλαγές στη θερμοκρασία καθώς και οι δονήσεις και διογκώσεις λόγω της ανόδου του μάγματος.

Αύξηση της κλίσης του πρανούς. Η προοδευτική αύξηση της κλίσης του πρανούς είναι δυνατό να προκαλέσει αύξηση των διατμητικών τάσεων και σε οριακές περιπτώσεις θραύση και μετακίνηση μαζών, Η μεταβολή στην κλίση που πρανούς μπορεί να οφείλεται στη διαδικασία εξέλιξης του ανάγλυφου της γης, το οποίο, όπως είναι γνωστό, συνεχώς μεταβάλλεται και υπόκειται σε αλλοιώσεις καθώς επίσης και σε ανθρώπινη παρέμβαση. Ειδικότερα, η μεταβολή στην κλίση του πρανούς από φυσικά αίτια είναι δυνατό να οφείλεται:

- Σε ενδογενείς διεργασίες, οι οποίες τείνουν να μεταβάλλουν την επιφάνεια της γης και συνδέονται με κινήσεις σε τεκτονικά ενεργές περιοχές, με φαινόμενα διαπείρισμού κλπ. Οι ενδογενείς διεργασίες είναι φυσικά πολύ αργές, αλλά παρόλα αυτά είναι δυνατό, σε ορισμένες οριακές περιπτώσεις, να αποτελέσουν το αίτιο για την εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων.
- Σε διάβρωση, λόγω της δράσης των υδάτων, τα οποία προκαλούν συνεχή αλλοίωση της μορφολογίας, άλλοτε βέβαια μειώνοντας τη μορφολογική κλίση, άλλοτε όμως αυξάνοντας την. Η τελευταία περίπτωση, συνδέεται συχνά με κατά βάθος διάβρωση, η οποία προκαλεί αφαίρεση υλικών από τη βάση που υποστηρίζει μια ασταθή μάζα, με αποτέλεσμα να υφίσταται αυξημένη πιθανότητα κατολισθήσεων.
- Σε δράση του ανέμου, κυρίως σε περιοχές όπου τα πετρώματα είναι ψαθυρά.
- Σε μεγάλα ρήγματα ή ρηξιγενείς ζώνες, με αποτέλεσμα ολόκληρες μάζες κοντά στις επιφάνειες να βρεθούν σε αστάθεια.
- Σε εκσκαφή για την κατασκευή τεχνικών έργων ή σε περιοχές λατομείων.
- Έμμεσα, από την αποψίλωση της βλάστησης σε ένα πρανές, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την εντονότερη διάβρωση.

Παράγοντες που συμβάλλουν στη μείωση της διατμητικής αντοχής

Δράση χλωρίδας - πανίδας. Τόσο η δράση της χλωρίδας, όσο και η δράση της πανίδας είναι δυνατό να συμβάλλουν κατά πολύ στη μείωση της διατμητικής αντοχής των πετρωμάτων και γενικότερα των γεωλογικών σχηματισμών. Πιο συγκεκριμένα, ορισμένα είδη φυτών προκαλούν με τη δράση του ριζικού τους συστήματος, τη σημαντική μείωση της διατμητικής αντοχής των πετρωμάτων ΚΑΙ πολλές φορές την καταστροφή τους και τη μετατροπή τους σε έδαφος τόσο μηχανικά με τη διάτρηση και διόγκωση των ριζών, όσο και χημικά με την απόρριψη χημικών ουσιών.

Επίσης, είναι δυνατόν οι τάσεις λόγω των ανέμων, οι οποίες μεταφέρονται δια μέσου του κορμού στο ριζικό σύστημα, να είναι ικανές, σε οριακές βέβαια περιπτώσεις, να προκαλέσουν καταπονήσεις στα πετρώματα και να μειώσουν έτσι τη διατμητική αντοχή του.

Τέλος, από το ζωικό βασίλειο, ορισμένοι οργανισμοί μπορούν να προκαλέσουν και αυτοί μείωση της διατμητικής αντοχής των πετρωμάτων, εξαιτίας του πυκνού επίγειου συστήματος οπών που διανοίγουν ή εξαιτίας της χημικής διάβρωσης.

Φυσικοχημικές διεργασίες - Αποσάθρωση. Τα πετρώματα είναι δυνατό να υποστούν, κάτω από ορισμένες συνθήκες, ορισμένες φυσικοχημικές διεργασίες, οι οποίες μεταβάλλουν ή αλλοιώνουν ή καταστρέφουν την εσωτερική δομή τους, με αποτέλεσμα να μειώνεται δραστικά η διατμητική τους αντοχή. Οι περισσότερες από τις φυσικοχημικές διεργασίες συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με την παρουσία ή την κυκλοφορία νερού και είναι οι ακόλουθες:

- Ενυδάτωση αργιλικών ορυκτών, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της συνοχής του αργιλικού εδάφους ή τη διόγκωση και ταυτόχρονη μείωση των μοντμοριλονιτικών

αργίλων.

- Φυσική αποσύνθεση των κοκκωδών πετρωμάτων, που προκαλείται από την κυκλοφορία του νερού (π.χ. ψαμμίτες),
- Ξήρανση των αργίλων, που προκαλεί επίσης ρωγμές στη μάζα τους, που ταυτίζονται με τη σχιστότητα ή άλλες ασυνέχειες.
- Βασικές αλλαγές στις αργίλους, που συνδέονται με την ανταλλαγή ιόντων, που έχει επίδραση πάνω στις φυσικές ιδιότητες.
- Διάλυση του συνδετικού υλικού ορισμένων πετρωμάτων, λόγω της κυκλοφορίας ή της παρουσίας νερού, η οποία έχει σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή καταστροφή τους.

Παρουσία νερού. Η παρουσία νερού στους γεωλογικούς σχηματισμούς έχει γενικά αρνητικές επιπτώσεις στη διατμητική αντοχή των πετρωμάτων. Τούτο οφείλεται - πέρα από τις φυσικοχημικές διεργασίες που προκαλεί- στη μείωση των τριβών μεταξύ των τμημάτων ενός πετρώματος, και στη μείωση των ενεργών τάσεων. Η παρουσία νερού μέσα στους γεωλογικούς σχηματισμούς οφείλεται κυρίως:

- Στις βροχοπτώσεις και στο λιώσιμο του χιονιού.
- Στην τροφοδοσία από παρακείμενες πηγές, χείμαρρους, ποτάμια και υδροφόρους ορίζοντες.
- Στην παρουσία τεχνητών λιμνών-ταμιευτήρων, στην πραγματοποίηση εκτροπών, σε αρδεύσεις κ.α..
- Έμμεσα, στην αποψίλωση εκτάσεων, που έχει σαν αποτέλεσμα πολλές φορές την αύξηση του νερού στο υπέδαφος της περιοχής.

Υφιστάμενη γεωλογική δομή. Η υφιστάμενη, σε μια περιοχή, γεωλογική δομή (λιθοστρωματογραφική διάρθρωση-τεκτονική δομή) είναι δυνατό, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις να είναι ένας από τους πλέον σημαντικούς παράγοντες που συμβάλλουν στην εκδήλωση κατολισθητικών φαινομένων. Ειδικότερα, η διατμητική αντοχή των πετρωμάτων, είτε συνολικά σε μια περιοχή, είτε σε ορισμένα τμήματα της, μπορεί να εμφανίζεται με σημαντικά μειωμένες τιμές λόγω:

- Της λιθολογικής σύστασης των πετρωμάτων, τα οποία μπορούν να έχουν μικρή διατμητική αντοχή, είτε πρωτογενώς λόγω της σύστασης τους και της υφής τους, είτε δευτερογενώς λόγω των μεταβολών που μεσολάβησαν στη σύστασή τους από την επενέργεια εξωτερικών παραγόντων (Εικ. 10).



Εικόνα 10.

➤ Των πρωτογενών δομών των πετρωμάτων και συγκεκριμένα των στρώσεων, των ασυμφωνιών, των κατακόρυφων και των πλευρικών μεταβάσεων και γενικότερα όλων των ασυνεχειών, οι οποίες δεν οφείλονται στην τεκτονική παραμόρφωση, αλλά σε ιζηματογενείς παράγοντες. Ιδιαίτερη σημασία, στην περίπτωση αυτή, για την εκδήλωση των κατολισθήσεων έχει ο προσανατολισμός και γενικότερα η γεωμετρία των ασυνεχειών σε συνάρτηση με τον προσανατολισμό και τη γεωμετρία του πρσανούς.

➤ Των εναλλαγών των διαφόρων πετρωμάτων των γεωλογικών σχηματισμών και ιδιαίτερα στις περιπτώσεις, όπου εναλλάσσονται ψαθυρά με συμπαγή καθώς επίσης και διαπερατά με αδιαπέρατα. Η ετερογένεια αυτή τόσο στην κατάσταση όσο και στην περατότητα έχει αρνητικές επιπτώσεις στη διατμητική αντοχή.

➤ Την τεκτονική παραμόρφωση που έχουν υποστεί οι γεωλογικοί σχηματισμοί και η οποία εκφράζεται μέσα από διαρρήξεις, ρήγματα, διακλάσεις, σχιστότητα, πτυχές, εφιππεύσεις και επωθήσεις. Όπως είναι επόμενο, τα πετρώματα λόγω της παραμόρφωσης, είτε εμφανίζονται κατακερματισμένα, οπότε η διατμητική αντοχή τους είναι κατά πολύ μειωμένη, είτε διακόπτονται από πολλές ασυνέχειες, οπότε πάλι η διατμητική αντοχή τους είναι σημαντικά μειωμένη. Στη δεύτερη περίπτωση, σημαντικός παράγοντας για την εκδήλωση κατολισθήσεων είναι η υφιστάμενη γεωμετρία της (κλίση, διεύθυνση), σε συνάρτηση με την υφιστάμενη γεωμετρία του πρσανούς.

Προοδευτικός ερπυσμός. Ο προοδευτικός ερπυσμός σε ένα πρσανός, έχει σαν αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση της διατμητικής αντοχής των πετρωμάτων, λόγω της σταδιακής επίσης καταστροφής της αρχικής κατάστασης των πετρωμάτων.

4. ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

Γενικά

Για την αντιμετώπιση των κατολισθητικών φαινομένων, έχει προταθεί και εφαρμόζεται ένας μεγάλος αριθμός από μέτρα ή συνδυασμών από μέτρα με μεγάλη ή μικρή αποτελεσματικότητα. Η σωστή επιλογή ενός μέτρου ή μιας σειράς μέτρων για την αντιμετώπιση μιας συγκεκριμένης περίπτωσης κατολίσθησης, απαιτεί πριν από όλα, την πλήρη διερεύνηση των παραγόντων που την προκάλεσαν ή που συνέβαλαν στην πρόκληση της. Πιο συγκεκριμένα απαιτείται:

➤ Πλήρης γνώση της *γεωλογικής δομής* και εξέλιξης της ευρύτερης περιοχής στην οποία εκδηλώθηκε το φαινόμενο. Ειδικότερα, απαιτείται πλήρης γνώση της λίθοστρωματογραφικής διάρθρωσης, δηλαδή της λιθολογίας, της αλληλουχίας των κατακόρυφων και των πλευρικών μεταβάσεων, του πάχους και άλλων στοιχείων των γεωλογικών σχηματισμών. Επίσης, απαιτείται πλήρης γνώση της τεκτονικής παραμόρφωσης, που εκφράζεται μέσα από κάμψεις, παρέλξεις, πτυχές (συνεχής παραμόρφωση), καθώς επίσης και από ρήγματα, διακλάσεις, εφιππεύσεις (ασυνεχής παραμόρφωση).

➤ Πλήρης γνώση των *υδρογεωλογικών συνθηκών* και συγκεκριμένα της υδρολιθολογίας (συμπεριφορά των γεωλογικών σχηματισμών σε σχέση με το νερό) και της διακίνησης του υπόγειου νερού.

➤ Ακριβής γνώση των *γεωτεχνικών συνθηκών* και των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών των πετρωμάτων, έτσι όπως προκύπτουν από μακροσκοπικές παρατηρήσεις, από δοκιμές και από εργαστηριακά δεδομένα (c,φ, όρια ATTEMBERG, περιεκτικότητα σε νερό, κοκκομετρία, κλπ.).

➤ Ακριβής καθορισμός των *επιφανειών ολίσθησης* και γενικότερα ο γεωμετρικός καθορισμός στο χώρο, των χαρακτηριστικών περιοχών και τμημάτων της κατολισθαίνουσας

μάζας. Η εικόνα αυτή πρέπει να είναι όσο το δυνατό πληρέστερη και καθορίζεται με λεπτομερή γεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακες 1:1.000, 1:5.000 ή 1:10.000 όλων των στοιχείων της κατολίσθησης (κεφαλή, πόδας, εφελκυστικές ρωγμές, πλευρές, διακλάσεις, ρήγματα κλπ.) καθώς επίσης με εκτέλεση ερευνητικών γεωτρήσεων και με εκτέλεση γεωφυσικών διασκοπήσεων. Η επιλογή των μέτρων, εξαρτάται από το είδος του κατολισθητικού φαινομένου και κυρίως αν πρόκειται για μετακινήσεις σε εδαφικές ή σε βραχώδεις μάζες. Τα μέτρα αντιμετώπισης είναι δυνατό να καταταχθούν σε μέτρα-έργα πρόληψης, που λαμβάνονται πριν ή κατά την κατασκευή ενός τεχνικού έργου και σε έργα-μέτρα, που λαμβάνονται μετά την εκδήλωση ενός φαινομένου και αποσκοπούν στην παρεμπόδιση-ανάσχεση και ανακοπή του. Στην πρώτη κατηγορία, περιλαμβάνεται και η αλλαγή της θέσης κατασκευής, κατά τη φάση σχεδίασης του έργου, όπως για παράδειγμα η μετάθεση της θέσης ενός φράγματος ή η αλλαγή της χάραξης μιας οδικής αρτηρίας. Ανεξάρτητα πάντως από το είδος των έργων, που είναι τα πλέον κατάλληλα για την αντιμετώπιση μιας συγκεκριμένης περίπτωσης κατολίσθησης, καθοριστικό στοιχείο και παράγοντας είναι το κόστος, που σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι δυνατό να καταστήσει απαγορευτική την κατασκευή ενός μέτρου ή συνδυασμούς μέτρων.

Τέλος, ένα σημαντικό στοιχείο που αφορά στην αντιμετώπιση των κατολισθήσεων, είναι η παρακολούθηση και η συντήρηση των ήδη υπαρχόντων έργων. Οι παραλείψεις αυτές είναι πολύ συνηθισμένο φαινόμενο, με πιο χαρακτηριστική την απόφραξη των αποχετευτικών διόδων, με αποτέλεσμα την κατείσδυση μεγάλων ποσοτήτων ύδατος και τη μείωση των συντελεστών ασφαλείας.

Επιφανειακή αποστράγγιση

Η επιφανειακή αποστράγγιση έχει σα στόχο την απομάκρυνση, όσο το δυνατό μεγαλύτερων ποσοτήτων ύδατος από την περιοχή της κατολισθαίνουσας ή της ασταθούς μάζας. Με την επιφανειακή αποστράγγιση επιδιώκεται να ελαχιστοποιηθούν οι ποσότητες νερού, που πρόκειται να κατεισδύσουν, με αποτέλεσμα να μειωθούν οι αρνητικές επιπτώσεις που έχει στο σύνολο της η παρουσία υπόγειου νερού, στην διευκόλυνση των κατολισθητικών φαινομένων. Τα ύδατα, είναι δυνατόν να ρέουν ή να λιμνάζουν πάνω από την περιοχή και μπορεί να προέρχονται, είτε από βροχοπτώσεις, είτε από παρακείμενες πηγές, είτε τέλος από διαρροές σε έργα συγκέντρωσης και μεταφοράς νερού.

Τα έργα για την επιφανειακή αποστράγγιση ποικίλουν ανάλογα με την κάθε περίπτωση φαινομένου, συνήθως όμως περιλαμβάνουν:

- Κατασκευή περιφερειακής τάφρου συλλογής των υδάτων, τα οποία προέρχονται από γειτονικές περιοχές και κατευθύνονται προς την περιοχή της κατολισθαίνουσας μάζας.
- Εξομάλυνση της επιφάνειας της κατολισθαίνουσας μάζας και της περιβάλλουσας περιοχής με στόχο να μην υπάρχουν εμπόδια στην ελεύθερη ροή του νερού και να μη λιμνάζουν έτσι τα ύδατα.
- Κλείσιμο όλων των εφελκυστικών ρωγμών, που δημιουργούνται συνήθως κατά τη διάρκεια μιας κατολίσθησης στο πάνω τμήμα της, με αποτέλεσμα να μη διευκολύνεται η κίνηση του νερού προς το εσωτερικό. Για το κλείσιμο των ρωγμών, πολλές φορές χρησιμοποιούνται αδρανή υλικά ή σε ειδικές περιπτώσεις ρωγμών σε βραχώδη πρανή και ρητίνες, οι οποίες έχουν σα στόχο εκτός από την εμπόδιση της ροής του νερού προς το εσωτερικό και τη συγκράτηση των εκατέρωθεν τεμαχίων.
- Απαγόρευση της καλλιέργειας στην κατολισθαίνουσα περιοχή, με στόχο να μειωθούν οι ποσότητες νερού που συγκεντρώνονται από πιθανές αρδεύσεις ή από τη συγκράτηση του μετεωρικού νερού.
- Κατασκευή *τάφρων-αυλάκων απορροής* του επιφανειακού νερού, έξω από την επικίνδυνη περιοχή. Η διάταξη των τάφρων-αυλάκων, το είδος της κατασκευής, και γενικότερα η εφαρμογή της όλης μεθόδου, εξαρτάται από την έκταση, τη μορφολογία, την κλίση και τις

ιδιαιτερότητες του εκάστου φαινομένου. Συνηθέστερη διάταξη των τάφρων-αυλάκων, είναι η διάταξη τύπου ψαροκόκαλου, όπου υπάρχει μία κεντρική τάφος με συλλεκτήρια κανάλια εκατέρωθεν ή ακόμα σε ορισμένες περιπτώσεις, διπλού ψαροκόκαλου, όπου υπάρχουν δύο ή ακόμα και περισσότερα κανάλια. Η κατασκευή των αυλακών, γίνεται κυρίως από προκατασκευασμένα κανάλια από μπετόν με τραπεζοειδή διατομή, τα οποία τοποθετούνται έτσι ώστε να αλληλοκαλύπτονται και να μην επιτρέπουν την απώλεια ύδατος στις συνδέσεις τους. Τα προκατασκευασμένα κανάλια είναι προτιμότερα από τις άκαμπτες κατασκευές, οι οποίες θραύονται κατά τις μετακινήσεις των μαζών, που είναι συχνές στις περιοχές κατολισθήσεων. Τελευταία, γίνεται χρήση πλαστικών καναλέτων ή σωλήνων, τα οποία έχουν μικρότερο κόστος, είναι ελαφρύτερα και ανθεκτικότερα στις παραμορφώσεις.

➤ *Κάλυψη* της κατολισθαίνουσας μάζας με αδιάβροχα ή με ασφαλικά υλικά. Το μέτρο εφαρμόζεται μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις και αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των ποσοτήτων του νερού που πρόκειται να κατεισδύσει, το οποίο και οδηγείται έξω από την επικίνδυνη περιοχή.

Τα έργα για την επιφανειακή αποστράγγιση εφαρμόζονται πιο συχνά σε κατολισθήσεις εδαφικών μαζών και σπανιότερα σε κατολισθήσεις βραχωδών μαζών. Η επιφανειακή αποστράγγιση, σαν μέτρο, λαμβάνεται σε πολλές περιπτώσεις, διότι δεν απαιτεί μεγάλο κόστος και είναι εύκολη η εφαρμογή της, αλλά δεν είναι όμως ικανή μόνη της να σταθεροποιήσει το πρανές, παρά μόνο να συμβάλλει στον έλεγχο της κατολίσθησης.

Υπόγεια αποστράγγιση

Με την υπόγεια αποστράγγιση επιδιώκεται η μείωση της ποσότητας των υπόγειων υδάτων, που κυκλοφορούν ή υπάρχουν, είτε μέσα στην κατολισθαίνουσα μάζα, είτε κατά μήκος των επιφανειών ολίσθησης, με στόχο να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιδράσεις από την παρουσία τους, όπως η μείωση της τριβής, η μείωση της αντοχής, η εσωτερική διάβρωση, κλπ.

Η υπόγεια αποστράγγιση μπορεί να επιτευχθεί με μια σειρά από μέτρα και έργα, που όμως η σωστή επιλογή τους, απαιτεί πλήρη γνώση των γεωλογικών, υδρογεωλογικών και υδρολογικών συνθηκών της κατολισθαίνουσας περιοχής ή της περιοχής που πρόκειται να κατολισθήσει, αλλά και της ευρύτερης περιοχής. Συγκεκριμένα, η αποστράγγιση μπορεί να επιτευχθεί με:

➤ *Άντληση ποσοτήτων νερού από παλαιά φρέατα και γεωτρήσεις.* Πρόκειται για ένα απλό μέτρο, που εφαρμόζεται όμως μόνο όταν υπάρχουν παλαιά φρέατα ή γεωτρήσεις. Η άντληση πρέπει να γίνεται με πιο εντατικό ρυθμό κατά τις περιόδους μεγάλων βροχοπτώσεων.

➤ *Στραγγιστικές γεωτρήσεις και πηγάδια.* Οι στραγγιστήριες γεωτρήσεις είναι πιο φθηνές από τα στραγγιστήρια πηγάδια, τα οποία έχουν περιορισμένο βάθος και μικρή διάρκεια ζωής.

➤ *Οριζόντιες ή κεκλιμένες γεωτρήσεις.* Αποτελεί ένα σχετικά απλό τεχνικό έργο, το οποίο έχει σα στόχο τη διευκόλυνση της εξόδου του νερού χωρίς άντληση, με ελεύθερη ροή από την κατολισθαίνουσα μάζα. Η απομάκρυνση του νερού από τα περιβάλλοντα πετρώματα κατά μήκος της γεώτρησης γίνεται με οπές, που υπάρχουν στα στελέχη της γεώτρησης, ενώ η γεώτρηση θα πρέπει οπωσδήποτε να φθάνει ως την κύρια επιφάνεια.

➤ *Κεκλιμένα στραγγιστήρια.* Πρόκειται για σχετικά μεγάλης διαμέτρου πλαστικούς ή σιδερένιους διάτρητους σωλήνες, οι οποίοι προωθούνται μέσα στο έδαφος προκειμένου να διευκολύνεται η έξοδος του υπόγειου νερού. Η έμπηξη στο έδαφος μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα, με την εφαρμογή πίεσης. Για τη διευκόλυνση της έμπηξης, εφαρμόζεται στο άκρο των σωλήνων ένας κώνος, που μειώνει την αντίσταση διάτρησης και εμποδίζει τα υλικά να εισέλθουν στο εσωτερικό.

➤ *Σήραγγες αποστράγγισης.* Πρόκειται για ένα μέτρο που λαμβάνεται σε ορισμένες περιπτώσεις, λόγω του μεγάλου κόστους, όταν πρόκειται να προστατευθούν μεγάλα τεχνικά

έργα. Οι σήραγγες έχουν, συνήθως, μέτρια διατομή και φθάνουν μέχρι την επιφάνεια ολίσθησης. Για την καλύτερη αποδοτικότητα της σήραγγας, κατασκευάζονται, κατά μήκος, κεκλιμένα στραγγιστήρια προς διάφορες διευθύνσεις, ενώ η ίδια η σήραγγα πληρώνεται τις περισσότερες φορές, για την προστασία της, με αδρομερή υλικά.

➤ *Ηλεκτρική Όσμωση*. Με την εφαρμογή του φαινομένου της ηλεκτρικής όσμωσης επιτυγχάνεται η συγκέντρωση ποσοτήτων νερού και στη συνέχεια η απομάκρυνση τους. Ειδικότερα τοποθετούνται - βυθίζονται δύο ηλεκτρόδια στο έδαφος με τάση, η συγκέντρωση του νερού γίνεται στο ένα ηλεκτρόδιο, το οποίο είναι δυνατό να είναι ένα διάτρητο στέλεχος γεώτρησης και στη συνέχεια απομακρύνεται. Η μέθοδος δίνει καλύτερα αποτελέσματα σε ιλυούχα εδάφη με κοκκομετρία από 0.05 ως 0.005m, ενώ σε λεπτόκοκκους άμμους δε μπορεί να εφαρμοστεί, διότι σε αυτή την περίπτωση οι δυνάμεις της βαρύτητας είναι πολύ πιο μεγάλες από τις δυνάμεις του ηλεκτρικού πεδίου, με αποτέλεσμα το νερό να κινείται προς χα κάτω και όχι προς τα ηλεκτρόδια. Η μέθοδος απαιτεί μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας, εφαρμόζεται μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις και απαιτεί ειδικευμένο προσωπικό και συνεχή παρακολούθηση. Τα μέτρα για την υπόγεια αποστράγγιση είναι γενικά πιο δαπανηρά από αυτά που λαμβάνονται για την επιφανειακή αποστράγγιση. Καλό είναι σε περιπτώσεις κατασκευής τεχνικών έργων, να σχεδιάζονται και να ενσωματώνονται στο έργο, διότι τότε η δαπάνη κατασκευής τους είναι πολύ μικρή, ενώ αντίθετα η εκ των υστέρων κατασκευή τους κοστίζει σημαντικά.

Διαμόρφωση του πρανούς

Πρόκειται για μια σειρά μέτρων, τα οποία έχουν σαν τελικό στόχο την ελάττωση της κλίσης του πρανούς. Στα μέτρα αυτά συμπεριλαμβάνονται η απομάκρυνση ενός τμήματος της μάζας που μετακινήθηκε ή πρόκειται να μετακινηθεί και η δημιουργία αναβαθμίδων και αντιρρήδων.

Η διαμόρφωση του πρανούς γίνεται συνήθως σε κατολισθαίνοντα εδάφη, αλλά και σε αρκετές περιπτώσεις βραχωδών πρανών. Η διαμόρφωση του πρανούς με τη δημιουργία αναβαθμίδων, θα πρέπει να συνδυάζεται απαραίτητα, όταν πρόκειται για κατολισθήσεις σε εδάφη, και με άλλα έργα, διότι η παρουσία τους μπορεί να έχει και αρνητικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα θα πρέπει στα οριζόντια τμήματα των αναβαθμών να κατασκευάζονται παράλληλα και συλλεκτήριοι τάφροι επιφανειακών υδάτων, τα οποία να οδηγούνται εκτός της επικίνδυνης περιοχής, ενώ τα κεκλιμένα ή κατακόρυφα τμήματα των αναβαθμών θα πρέπει να υποστηρίζονται από πλέγματα οριζοντίων και κατακόρυφων πασσάλων. Η έκταση, το ύψος, η μείωση της κλίσης και ο λόγος του πλάτους των οριζοντίων και των κεκλιμένων ή κατακόρυφων τμημάτων των αναβαθμών καθορίζεται, στην κάθε περίπτωση, κυρίως από το είδος του εδαφικού ή του βραχώδους υλικού που κατολισθαίνει ή πρόκειται να κατολισθήσει και την κλίση του πρανούς.

Φόρτιση στον πόδα

Πρόκειται για ένα μέτρο που έχει σα στόχο την αύξηση των δυνάμεων που αντιδρούν στην κατολίσθηση. Συγκεκριμένα, στον πόδα της κατολισθαίνουσας μάζας τοποθετούνται μεγάλοι ογκόλιθοι, πιο συχνά συρματοκιβώτια με τεμάχια πετρωμάτων, κυρίως κροκάλες-λατύπες ασβεστόλιθων, τα οποία λόγω του βάρους τους εμποδίζουν τη μετακίνηση των μαζών. Πολλές φορές τα υλικά φόρτισης του πόδα της κατολίσθησης προέρχονται από την αφαίρεση των υλικών από την κεφαλή της ίδιας κατολίσθησης, ενώ η τοποθέτηση αδρομερών υλικών στον πόδα της κατολισθαίνουσας μάζας έχει σα στόχο και την ευκολότερη διαφυγή του υπόγειου νερού από τη μάζα. Πρόκειται για μια συνήθη μέθοδο με μικρό κόστος που εφαρμόζεται κυρίως σε μικρές κατολισθήσεις, οι οποίες αναπτύσσονται κατά μήκος οδικών αρτηριών.

Ελάφρυνση πρανούς

Πρόκειται για μέτρο που έχει σα στόχο τη μείωση των κινητήριων δυνάμεων που ευνοούν την κατολίσθηση. Τα εδάφη ή τα πετρώματα που βρίσκονται στο ανώτερο τμήμα της κατολισθαίνουσας μάζας, είτε απομακρύνονται από την επικίνδυνη περιοχή, είτε τοποθετούνται στον πόδα της ίδιας κατολίσθησης αυξάνοντας έτσι παράλληλα τις δυνάμεις που αντιτίθενται στην κίνηση. Οι ποσότητες που πρόκειται να αφαιρεθούν, έτσι ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο οι πιθανότητες κατολίσθησης θα πρέπει να υπολογίζονται σωστά, ενώ μετά την αφαίρεση των υλικών θα πρέπει να διορθώνονται τυχόν παραμένουσες ανωμαλίες από την εκσκαφή. Πρόκειται για μια συνήθη μέθοδο με μικρό κόστος, η οποία εφαρμόζεται σε μικρές κατολισθήσεις εδαφών και όχι σε ροές.

Θέρμανση - Ψύξη

Τόσο η θέρμανση όσο και η ψύξη είναι μέτρα που έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία σε εξαιρετικές περιπτώσεις για την αντιμετώπιση των κατολισθητικών φαινομένων σε εδάφη. Με τη θέρμανση επιδιώκεται ουσιαστικά το ψήσιμο αργιλικών εδαφών, που με αυτό τον τρόπο στερεοποιούνται. Συνήθως γίνεται με εισπίεση μέσα σε γεωτρήσεις θερμού αέρα θερμοκρασίας πάνω από 500°C με τη χρήση ενός αεροσυμπιεστή και ενός καυστήρα.

Με τη ψύξη επιτυγχάνεται σε ειδικές περιπτώσεις η στερεοποίηση εδαφών, τα οποία περιέχουν μεγάλες ποσότητες νερού και βρίσκονται σε ρευστή ή ημίρρευστη κατάσταση. Η ψύξη διαρκεί μόνο για μικρό χρονικό διάστημα, όσο συνήθως απαιτείται για να γίνει εκσκαφή και θεμελίωση και επιτυγχάνεται, είτε με ψυκτικά μηχανήματα, είτε με τη χρησιμοποίηση υγρού αζώτου.

Και οι δύο μέθοδοι που εφαρμόζονται μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις απαιτούν ειδικευμένο προσωπικό και κοστίζουν σημαντικά.

Φυτοκάλυψη

Η φυτοκάλυψη είναι ένα μέτρο, το οποίο εφαρμόζεται για τη σταθεροποίηση και την προστασία των επιφανειακών μαζών και των έργων που έχουν κατασκευαστεί και όχι για τη θεραπεία ολόκληρου του φαινομένου. Η φυτοκάλυψη έχει δύο βασικούς στόχους, να μειώσει αφενός τις ποσότητες του νερού που κατεισδύουν και να σταθεροποιήσει αφετέρου τα εδάφη διά μέσου του ριζικού συστήματος. Η μείωση των ποσοτήτων νερού που κατεισδύουν, επιτυγχάνεται με τη διαπνοή που γίνεται από τα φυλλώδη τμήματα των φυτών και για το λόγο αυτό προτείνονται τα φυτά τα οποία είναι φυλλοβόλα και όχι κωνοφόρα. Η σταθεροποίηση των εδαφών επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος το οποίο βέβαια μπορεί να συγκρατήσει μόνο τις επιφανειακές μάζες, διότι δε φθάνει σε μεγάλο βάθος. Επίσης ορισμένα είδη φυτών που αναπτύσσονται γρήγορα και φθάνουν σε μεγάλα ύψη είναι δυνατό να έχουν αρνητικές συνέπειες στην κατολισθαίνουσα μάζα, διότι μεταφέρουν σε αυτή διά μέσου του κορμού τους όλες τις τάσεις που δέχονται λόγω των ανέμων και του βάρους τους. Πάντως σε γενικές γραμμές συνιστάται πρώτα η φύτευση χλόης και θάμνων και στη συνέχεια η ανάπτυξη της φυτοκάλυψης με μικρά ποώδη δέντρα.

Τσιμεντενέσεις και επεξεργασία με χημικά ενέματα

Οι τσιμεντενέσεις είναι ένα μέτρο που χρησιμοποιείται συχνά σε περιπτώσεις μετακινήσεων εδαφικών σχηματισμών, που παρουσιάζουν όμως έστω και μια κάποια μικρή περατότητα. Με την εισπίεση τσιμέντου από γεωτρήσεις, αυξάνεται σημαντικά η διατμητική αντοχή των εδαφών και μειώνονται σημαντικά οι ποσότητες του υπόγειου νερού που κυκλοφορούν στη μάζα τους. Συχνά, αντί για καθαρό τσιμέντο χρησιμοποιούνται μίγματα τσιμέντου και χημικών ουσιών, όπως για παράδειγμα ασβεστίου, νατρίου, κλπ. με μικρότερη ή μεγαλύτερη επιτυχία.

Μία ιδιαίτερη μέθοδος χημικής επεξεργασίας αργιλικών εδαφών με κάποια κατάλληλη χημική ουσία έχει σα στόχο την αντικατάσταση των κατιόντων των αργιλικών ορυκτών με τα κατιόντα της χημικής ουσίας. Η αντικατάσταση αυτή προκαλεί μεγάλη αύξηση της διατμητικής αντοχής, η οποία σταθεροποιεί την κατολισθαίνουσα μάζα.

Πασσάλωση

Η πασσάλωση είναι μια απλή μέθοδος αντιμετώπισης μετακινούμενων εδαφών και συνίσταται στην έμπηξη μέσα στο έδαφος κατακόρυφων πασσάλων σε μικρή απόσταση και από διάφορα υλικά. Για καλύτερα αποτελέσματα, η έμπηξη γίνεται σε όσο το δυνατό μεγαλύτερα βάθη προκειμένου να στερεοποιηθούν στο σταθερό πέτρωμα κάτω από την επιφάνεια ολίσθησης, ενώ για τη συγκράτηση μεγαλύτερων ποσοτήτων εδαφών στερεώνονται πάνω στους πασσάλους οριζόντιοι δοκοί, οι οποίοι καλύπτουν τη μεταξύ τους απόσταση. Γενικά, πρόκειται για ένα μέτρο το οποίο μπορεί μόνο να αναχαιτίσει τη μετακίνηση των επιφανειακών μαζών και όχι για μέτρο συνολικής αντιμετώπισης του προβλήματος. Εφαρμόζεται κυρίως κατά μήκος οδικών αξόνων.

Τοίχοι αντιστήριξης

Οι τοίχοι αντιστήριξης είναι ένα σύνηθες μέτρο, το οποίο λαμβάνεται κυρίως κατά μήκος του οδικού δικτύου και έχει σα στόχο τη στήριξη και τη συγκράτηση επιφανειακών εδαφικών και βραχωδών μαζών (Εικ. 11).

Οι διαστάσεις των τοίχων αντιστήριξης, ο τρόπος και τα υλικά κατασκευής και γενικότερα η αντοχή τους έχει άμεση σχέση με τον όγκο, τη φύση και τη μορφολογία των μαζών που επιδιώκεται να υποστηριχτούν. Η θεμελίωση των τοίχων αντιστήριξης θα πρέπει να γίνεται οπωσδήποτε στο υγιές υπόβαθρο, ενώ θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια για την αποστράγγιση των ανάντι μαζών μέσα από πυκνό δίκτυο οπών.

Διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τρεις τύποι τοίχων αντιστήριξης: (i) οι άκαμπτοι με σκυρόδεμα, τοίχοι αντιστήριξης και ξύλινα πλέγματα κατά μήκος του οδικού δικτύου των Άλπεων, (ii) οι ημιάκαμπτοι με λιθοδομές και (iii) οι εύκαμπτοι με συρματοκιβώτια.



Εικόνα 11. Τοίχοι αντιστήριξης και ξύλινα πλέγματα κατά μήκος οδικού δικτύου.

Γεφύρωση

Η γεφύρωση είναι ένα δαπανηρό τεχνικό έργο με το οποίο δεν αντιμετωπίζεται το ίδιο το φαινόμενο, αλλά επιχειρείται η αποφυγή του και η ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιδράσεων. Συγκεκριμένα, αντί η θεμελίωση να γίνει σε ασταθείς επιφανειακές μάζες ή μάζες που είναι πιθανό να κατολισθήσουν, γίνεται θεμελίωση της γεφύρωσης στο σταθερό υγιές υπόβαθρο, εφόσον βέβαια τούτο ευρίσκεται σε σχετικά μικρό βάθος. Έτσι, τυχόν μετακίνηση των επιφανειακών μαζών δεν έχει επιπτώσεις στο τεχνικό έργο ή στην οδική αρτηρία αρκεί βέβαια να υπολογιστούν οι πλευρικές τάσεις οι οποίες είναι δυνατό να εξασκηθούν.

Προστατευτικά συρμάτινα δίκτυα

Τα προστατευτικά συρμάτινα δίκτυα τοποθετούνται κυρίως σε απότομα βραχώδη φυσικά ή τεχνικά πρανή και κατά μήκος οδικών αρτηριών. Τα δίκτυα αυτά κατασκευάζονται από μεγάλης αντοχής σύρματα, έχουν ρομβοειδή πλέξη και στερεώνονται με χαλύβδινα καρφιά και οριζόντιες σωλήνες.

Η τοποθέτηση συρμάτινων δικτύων δεν έχει σα στόχο την εμπόδιση μεγάλων κατολισθήσεων στα βραχώδη πρανή, αλλά κυρίως τη συγκρότηση μικροτεμαχών τα οποία είναι δυνατό να καταπέσουν στο οδόστρωμα και να προκαλέσουν οδικά ατυχήματα. Το μέτρο συνδυάζεται με την κατασκευή τάφρων και τοίχων παγίδευσης καθώς και τοίχων συγκράτησης.

Εκτόξευση σκυροδέματος

Πρόκειται για μέτρο που λαμβάνεται σε απότομα βραχώδη πρανή για τη συγκράτηση μικροτεμαχών, που πρόκειται να αποσπαστούν και να καταπέσουν. Εκτός από τη συγκράτηση ή εκτόξευση σκυροδέματος έχει σα στόχο επίσης και την προφύλαξη των πετρωμάτων του πρανούς από τη δράση του μετεωρικού ύδατος το οποίο διεισδύει στη μάζα τους.

Το μέτρο εφαρμόζεται μετά την απολέπιση και το φρεζάρισμα συνδυάζεται με την τοποθέτηση συρμάτινων δικτύων συγκράτησης με αγκυρώσεις και ηλώσεις. Το πάχος του σκυροδέματος είναι συνήθως 5-20 εκατοστά και στο κατώτερο τμήμα του πρανούς τοποθετούνται μικροί πλαστικοί σωλήνες για την έξοδο του νερού που κυκλοφορεί στο εσωτερικό του πρανούς. Τελευταία, για την κάλυψη απότομων βραχωδών πρανών χρησιμοποιείται μίγμα τσιμέντου και χημικών ενώσεων (πολυμερείς ενώσεις) ή μόνο χημικές ενώσεις ανάλογα με τη μορφή του πρανούς, το είδος των πετρωμάτων του και τις κλιματικές συνθήκες. Πρόκειται για ένα μέτρο με μικρό σχετικά κόστος, για τη σταθεροποίηση τεχνητών βραχωδών πρανών κατά μήκος οδικών αρτηριών, σιδηροδρομικών γραμμών και σε περιοχές όπου υπάρχουν ή κατασκευάζονται μεγάλα τεχνικά έργα.

Φρεζάρισμα - Απολέπιση

Πρόκειται για μια συνήθη προληπτική διαδικασία συντήρησης βραχωδών πρανών κατά μήκος οδικών αξόνων που περιλαμβάνει απολέπιση ασταθών, χαλαρών και επικρεμάμενων βραχωδών μικροτεμαχών. Οι εργασίες αυτές γίνονται συνήθως κατά τακτά χρονικά διαστήματα, κυρίως μετά από μεγάλες περιόδους βρόχο πτώσεων-χιονοπτώσεων.

Κοχλίωση - Ήλωση - Αγκύρωση

Με την κοχλίωση, ήλωση και αγκύρωση επιχειρείται να δεθεί και να συγκρατηθεί η βραχώδης μάζα ή μεγάλα τμήματα της. Οι κοχλίωσεις και οι ηλώσεις γίνονται συνήθως για τη συγκράτηση μικρών επιφανειακών βραχωδών τμημάτων σε απότομα πρανή, ενώ με την αγκύρωση γίνεται σταθεροποίηση μεγαλύτερων τμημάτων.

Η ήλωση γίνεται με μεταλλικά καρφιά μήκους ως 5 μέτρα περίπου, τα οποία τσίμεντώνονται μέσα στη βραχώδη μάζα αυξάνοντας τη διατμητική αντίσταση κατά μήκος των ασυνεπειών. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την υποστήριξη του πρανούς και για την πρόσδεση πάνω στα "καρφιά" συρμάτων δικτύων και καλωδίων.

Η κοχλίωση γίνεται με μεταλλικά καρφιά, τα οποία τοποθετούνται μέσα σε διάτρητες μεταλλικές θήκες, οι οποίες έχουν πρωτοποθετηθεί μέσα σε οπές που έχουν ανοιχτεί στο πρανές. Για καλύτερα αποτελέσματα, οι μεταλλικές θήκες πριν τοποθετηθεί ο κοχλίας γεμίζονται από τσιμέντο, έτσι ώστε, όταν στη συνέχεια εισάγεται ο κοχλίας το τσιμέντο ωθείται διά μέσου των οπών στο περιβάλλον πέτρωμα, με αποτέλεσμα καλύτερη συγκράτηση. Με τις κοχλίωσεις αυξάνεται τόσο η διατμητική αντίσταση κατά μήκος των ασυνεχειών, όσο και η ορθή τάση μέσα στο πέτρωμα. Συνήθως εφαρμόζονται σε βραχώδη πρανή με πολλές ασυνέχειες, ενώ το μήκος του κάθε κοχλίας μπορεί να φθάσει και τα 10 μέτρα.

Οι αγκυρώσεις γίνονται εκεί όπου πρόκειται να συγκρατηθούν μεγάλου όγκου βραχώδεις μάζες. Η αγκύρωση πρέπει να γίνεται στο υγιές και σχετικά σταθερό πέτρωμα πέρα από την επιφάνεια θραύσης ή την αναμενόμενη επιφάνεια θραύσης, ενώ πολλές φορές γίνεται παράλληλα και χρήση ενέματος, το οποίο δίνει καλύτερα αποτελέσματα λόγω του "δεσίματος" του αγκυρίου με το περιβάλλον πέτρωμα. Με την αγκύρωση επιχειρείται η αύξηση της θλιπτικής ορθής τάσης πάνω στην επιφάνεια θραύσης, με στόχο την αύξηση της αντίστασης της τριβής της και κατά συνέπεια τη μείωση των κινδύνων μετακίνησης και κατολίσθησης.

Σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται συνδυασμός αγκυρώσεων, τοίχων από οπλισμένο σκυρόδεμα, πασσάλων, με αποτέλεσμα η παρεχόμενη προστασία να είναι αυξημένη.

Τοίχοι συγκράτησης

Οι τοίχοι συγκράτησης κατασκευάζονται κατά μήκος απότομων πρανών και έχουν σα σκοπό τη συγκράτηση των μετακινούμενων τμημάτων και την προστασία του πρανούς από την αποσάθρωση. Η κατασκευή τους αν και είναι δαπανηρή, συχνά υποδεικνύεται από την έλλειψη χώρου για την ανάπτυξη άλλων έργων προστασίας από το πρανές και καθορίζεται σε κάθε μία περίπτωση από το είδος του πρανούς, το ύψος του και τα φορτία που πρόκειται να δεχτεί. Συχνά οι τοίχοι συγκράτησης συνδυάζονται με αγκυρώσεις ή κοχλίωσεις.

Απομάκρυνση επικινδύνων για κατάπτωση όγκων

Πρόκειται για προληπτικό μέτρο που λαμβάνεται σε βραχώδη, απότομα τεχνητά ή φυσικά πρανή, τα οποία βρίσκονται κοντά σε μεγάλα τεχνικά έργα ή κατά μήκος οδικών αξόνων. Η απομάκρυνση των επικινδύνων όγκων γίνεται, είτε με μηχανικά μέσα, είτε με τη χρήση εκρηκτικών. Τα τελευταία είναι πολύ διαδεδομένα, όχι μόνο όταν πρόκειται για μεμονωμένους επικινδύνους για κατάπτωση όγκους, αλλά και για τη θραύση και κατάρρευση ολόκληρων τμημάτων βραχωδών πρανών, τα οποία θεωρούνται πιθανό να κατολισθήσουν.

Τάφροι Παγίδευσης, Τοίχοι, Φράκτες Παγίδευσης

Οι τάφροι παγίδευσης είναι έργα, τα οποία κατασκευάζονται παράλληλα με οδικές αρτηρίες και σιδηροδρομικές γραμμές και κατά μήκος του κάτω τμήματος βραχωδών πρανών. Ο βασικός λόγος κατασκευής τους είναι η παγίδευση μικρών βραχωδών τεμαχίων μεγέθους ως 2 μέτρα περίπου, που αποσπώνται και καταπίπτουν από το πρανές με

αποτέλεσμα την προστασία του οδοστρώματος ή των σιδηροτροχιών. Το βάθος, το πλάτος και γενικότερα το σχήμα της τάφρου, εξαρτάται άμεσα από το ύψος του πρανούς, την κλίση του, τα υλικά που πρόκειται να δεχτεί και το διαθέσιμο χώρο.

Οι *τοιχοί παγίδευσης* είναι τοίχοι από μπετόν ή συρματοκιβώτια, οι οποίοι συνήθως κατασκευάζονται παράλληλα με τις τάφρους παγίδευσης και των οποίων αυξάνουν την ικανότητα για αποθήκευση. Πρόκειται για συμπαγή εμπόδια, τα οποία σταματούν τους κυλιόμενους ή αναπηδώντες βράχους όγκου ως 2 κυβικών μέτρων περίπου. Οι *φράκτες παγίδευσης* είναι ανάλογου σκοπού με τους τοίχους κατασκευής και αποτελούνται συνήθως από μεταλλικά ελάσματα ή πασσάλους και έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι εύκαμπτοι και με μικρό κόστος.

Σκέπαστρα

Τα σκέπαστρα κατασκευάζονται κατά μήκος οδικών αρτηριών και σιδηροδρομικών γραμμών για την προφύλαξη από τις καταπτώσεις μικρών και σχετικά μεγάλων βράχων από τα απότομα



Εικόνα 12. Σκέπαστρα κατά μήκος οδικού δικτύου.

πρανή. Πρόκειται για εξαιρετικά δαπανηρές και μεγάλης αντοχής κατασκευές, οι οποίες γίνονται όταν κανένα άλλο μέτρο προφύλαξης δεν αποδίδει .

Τεχνικές σήραγγες

Οι σήραγγες είναι δαπανηρά τεχνικά έργα, τα οποία κατασκευάζονται συνήθως κατά μήκος οδικών αξόνων ή σιδηροδρομικών γραμμών, για την προστασία τους από κατολισθήσεις. Κατασκευάζονται συνήθως εκεί όπου υπάρχουν μεγάλες εκχωματώσεις και συχνός κίνδυνος κατολισθήσεων. Μετά τις εκχωματώσεις κατασκευάζεται σήραγγα και στη συνέχεια καλύπτεται από τα υλικά των εκατέρωθεν πρανών, έτσι ώστε να αποφευχθεί η περίπτωση κατολίσθησης τους.

Μετάθεση τεχνικού έργου

Η μετάθεση τεχνικού έργου είναι μια ενέργεια η οποία μπορεί να γίνει στο στάδιο σχεδίασης μεγάλων τεχνικών έργων και έχει σα στόχο, όχι την αντιμετώπιση του προβλήματος των κατολισθήσεων σε μια περιοχή, αλλά την αποφυγή τους. Σε πολλές περιπτώσεις, είναι γνωστή η αλλαγή της χάραξης μιας μεγάλης οδικής αρτηρίας ή η αλλαγή της θέσης θεμελίωσης του φράγματος, λόγω της παρουσίας ή της πιθανότητας εκδήλωσης μεγάλων κατολισθητικών φαινομένων. Η απόφαση όμως για τη μετάθεση ενός τεχνικού έργου, δεν είναι πάντα απλή υπόθεση, δεδομένου ότι θα πρέπει να εκτιμηθούν

σωστά αφενός το κόστος της μετάθεσης, το οποίο πολλές φορές είναι απαγορευτικό και αφετέρου το κόστος θεραπείας αλλά και ασφάλειας των κατολισθητικών φαινομένων.

5.ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Στον Ελληνικό χώρο εκδηλώνονται πολυάριθμα κατολισθητικά φαινόμενα ορισμένα από τα οποία προκαλούν ιδιαίτερα σημαντικές επιπτώσεις τόσο οικονομικές όσο και κοινωνικές. Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα σημαντικών κατολισθήσεων είναι η κατολίσθηση στο Μικρό Χωριό Καρπενησίου που εκδηλώθηκε το 1963 και προκάλεσε το θάνατο 13 ανθρώπων και την καταστροφή του χωριού καθώς και η κατολίσθηση κατά μήκος της Εθνικής οδού Αθηνών - Λαμίας στο ύψος της Μαλακάσας που έλαβε χώρα το 1995 και επέφερε σημαντική οικονομική επιβάρυνση στην Εθνική Οικονομία με ποσά άνω του 1 δισεκατομμυρίου δραχμών.

Με βάση τις καταγραφές που έχουν γίνει από τους αρμόδιους κρατικούς φορείς (Υπουργείο Βιομηχανίας, Υπουργείο Συντονισμού, Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας, Υπουργείο Γεωργίας, Ι.Γ.Μ.Ε., Πανεπιστήμια, κλπ.) διαπιστώνεται ότι την μεταπολεμική περίοδο έχουν εκδηλωθεί στον Ελληνικό χώρο πάνω από 500 κατολισθήσεις, ενώ ο συνολικός αριθμός θα πρέπει να είναι σημαντικά μεγαλύτερος δεδομένου ότι ο ανωτέρω αριθμός αφορά μόνο κατολισθήσεις κατά μήκος του οδικού δικτύου και μέσα σε οικιστικούς χώρους ή εν πάσει περιπτώσει κατολισθήσεις με κάποια οικονομική ή κοινωνική επίπτωση.

Μετά από στατιστική ανάλυση των παραγόντων εκδήλωσης των κατολισθήσεων διαπιστώνεται ότι οι κυριότερες αιτίες εκδήλωσης είναι συνοπτικά οι ακόλουθες:

- Οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις των πρηνών. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι οι περισσότερες κατολισθήσεις εκδηλώνονται σε ορεινές περιοχές του Ελλαδικού χώρου με εντυπωσιακή συγκέντρωση των θέσεων κατά μήκος της οροσειράς της Πίνδου.
- Τα μικρά μεγέθη των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών.
- Η έντονη τεκτονική παραμόρφωση, η οποία κατακερμάτισε τους σχηματισμούς και συνέβαλε στην ακόμα μεγαλύτερη μείωση των τιμών των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών. Πρόσθετα κατά μήκος των τεκτονικών ασυνεχειών υφίστανται κατάλληλες επιφάνειες μετακίνησης των μαζών.
- Η έντονη διαφοροποίηση στην λιθοστρωματογραφική διάρθρωση με αποτέλεσμα την αλληλουχία σχηματισμών με τελείως διαφορετικά γεωτεχνικά χαρακτηριστικά.
- Οι έντονες κλιματολογικές διαφοροποιήσεις και οι ακραίες κλιματολογικές συνθήκες σε ορισμένα σημεία του Ελληνικού χώρου και ιδιαίτερα εκεί όπου συνυπάρχουν συνήθως όλοι οι προηγούμενοι παράγοντες (π.χ. οροσειρά της Πίνδου).
- Η υψηλή σεισμικότητα, η οποία επιδρά σε μάζες με οριακές συνθήκες ισορροπίας. Η σχέση έχει παρατηρηθεί σε αρκετούς πρόσφατους σεισμούς που εκδηλώθηκαν στον Ελληνικό χώρο (π.χ. Κυλλήνη 1988, Μήλος 1992, Πύργος 1993, Γρεβενά 1995).
- Οι ανθρώπινες παρεμβάσεις στο περιβάλλον, οι οποίες συνίστανται στην αποψίλωση των δασών, στη διαμόρφωση των πρηνών, στην αφαίρεση της υποστήριξης και στην κατασκευή τεχνικών έργων χωρίς προηγούμενη μελέτη.

Την δεκαετία του '50, το πρόβλημα των κατολισθήσεων, που συνήθως αφορούσε περιοχές και οικιστικές μονάδες απομονωμένες, με ελάχιστο κατά κεφαλή εισόδημα των κατοίκων και με μικρές δυνατότητες ανάπτυξης, χρησιμοποιούντο πολλές φορές *καταχραστικά* ως ένα όπλο για τη μεταφορά των οικισμών σε άλλες γεωγραφικές περιοχές με περισσότερες ευκαιρίες οικονομικής ανάπτυξης.

Οι αντιλήψεις αυτές όμως έχουν ήδη ξεπεραστεί δεδομένης και της οικονομικής ανάπτυξης των απομονωμένων περιοχών, πολλές από τις οποίες αποτελούν μάλιστα και περιοχές με ιδιαίτερο φυσικό κάλος. Αντίθετα, το πρόβλημα των κατολισθήσεων κυρίως εμφανίζεται σε περιοχές με *έντονη ανάπτυξη*, όπως στα περιθώρια μεγάλων οικιστικών συγκροτημάτων, σε περιοχές υψηλής τουριστικής ανάπτυξης και σε περιοχές κατασκευής τεχνικών έργων και παρεμβάσεων. Στις περιοχές αυτές λόγω της ταχύτατης ανάπτυξης - επέκτασης και της πιεστικής ανάγκης εξεύρεσης χώρων δεν έχουν γίνει οι αναγκαίες μελέτες ούτε έχουν ληφθεί κάποια έστω και στοιχειώδη μέτρα με αποτέλεσμα ο κίνδυνος να είναι υψηλός. Τις περισσότερες μάλιστα των περιπτώσεων, ο δυνητικός κίνδυνος αυξάνεται λόγω των ανθρώπινων παρεμβάσεων, όπως είναι η φόρτιση του πρανούς με τις κατασκευές, η διοχέτευση λυμάτων στο υπέδαφος, οι εκσκαφές, κλπ.

Έτσι προβάλλεται επιτακτική η ανάγκη ζωνοποίησης περιοχών προς επέκταση ή εκμετάλλευση, που επιτυγχάνεται μέσω του σχεδιασμού των χρήσεων γης. Οι τεχνικές διαχείρισης της επιφάνειας της γης για την αντιμετώπιση των κατολισθήσεων έχουν αναπτυχθεί ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία με την παράλληλη ανάπτυξη των προγραμμάτων διαχείρισης γεωγραφικών πληροφοριών σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Έτσι, οι παράγοντες οι οποίοι συνθέτουν το πρόβλημα "*κατολίσθηση*" εκτιμούνται, χαρτογραφούνται χωριστά (π.χ. μορφολογικές κλίσεις, ζώνες καταπόνησης και κατακερματισμού "των πετρωμάτων, σχηματισμοί με μειωμένες τιμές γεωτεχνικών μεγεθών, υπόγεια ύδατα, ανθρώπινη παρέμβαση, κλπ.), στη συνέχεια βαθμονομούνται και τέλος εισαγονται στο σύστημα. Αφού γίνει η επεξεργασία συντίθεται αυτόματα ο χάρτης επικινδυνότητας μιας περιοχής, ο οποίος αποτελεί σε συνδυασμό με άλλους χάρτες άλλων γεωδυναμικών φαινομένων οδηγό για τις προτεινόμενες χρήσεις γης.

Δυστυχώς όμως σε ορισμένες περιπτώσεις αν και εκπονούνται αντίστοιχες έρευνες δεν λαμβάνονται υπόψη από την πολιτεία και τους τοπικούς παράγοντες λόγω των συμφερόντων που ταυτόχρονα θίγουν, με αποτέλεσμα η κατολισθητική επικινδυνότητα να παραμένει υψηλή.

