

ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Κατολισθητικά φαινόμενα στο νότιο τμήμα της χερσονήσου της Μάνης

Α. Αλεξόπουλος και Σπ. Λέκκας

Τομέας Δυνομικής - Τεκτονικής - Εφαρμοσμένης Γεωλογίας
Πανεπιστημιαύπολη, 157 84 Αθήνα

Περίληψη

Στο νοτιότερο τμήμα της χερσονήσου της Μάνης, στην περιοχή μεταξύ Βάθειας και Πόρτο-Κόγιο παρατηρήθηκαν εκτεταμένες κατολισθήσεις βραχωδών μαζών.

Στην παρούσα εργασία, μετά από μια σύντομη παράθεση της γεωλογικής δομής της παραπάνω περιοχής, διερευνώνται ο μηχανισμός και τα αίτια τα οποία οδήγησαν στην εκδήλωση των κατολισθήσεων αυτών.

Abstract

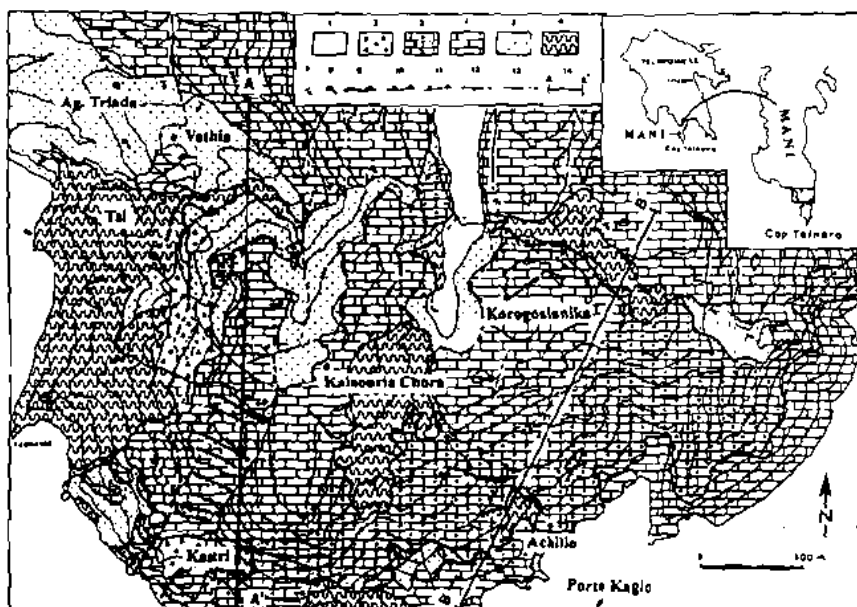
In the southern part of Mani peninsula, in the region between the villages Vathia and Porto-Kagio, landslides which have affected large areas were observed.

In this paper, the geological conditions of the region and the mechanism and the causes of the landslides are examined.

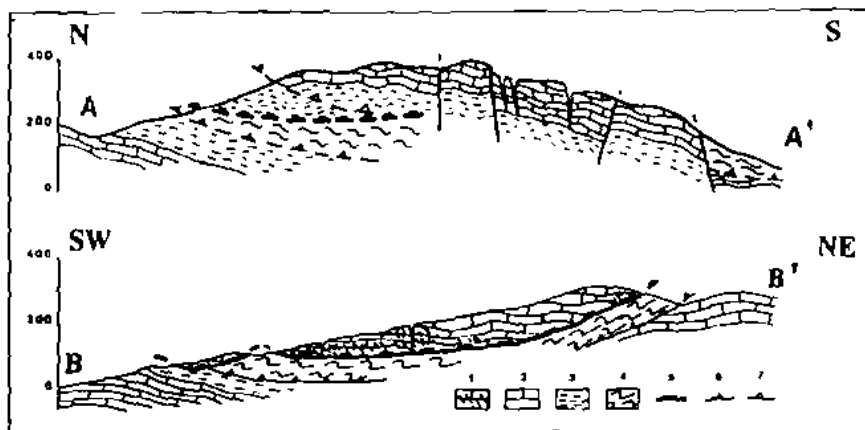
1. Γεωλογικές παρατηρήσεις

Η χερσονήσος της Μάνης, στην περιοχή νοτιότερα της Άλικας και μέχρι το Πόρτο Κόγιο, σύμφωνα με τους Α. Αλεξόπουλο και Σ. Λέκκα (1995), δομείται από (Σχ. 1):

ι) Παχυστρωματώδη τεφρόλευκα ή σπανιότερα λευκά κρυσταλλικά μάρμαρα που κατό θέσεις, (Γερολιμένας, Κοκκινόγια, δρόμος προς Λάγια), περιέχουν τομές ελασματοβραγχίων (ρουδιστές). Χαρακτηρίζονται από την απουσία κερατολιθικών βολβών και κερατολιθικών ενδιαστρώσεων γεγονός που τα αντιδιαστέλλει από τα μάρμαρα του Ταυγέτου.



Σχ. 1. Γεωλογικός χάρτης. 1: αλλουβία. 2: πλευρικά κορήματα. 3: τεκτονικά λατυποποιημένα μάρμαρα. 4: μάρμαρα της «σειράς της Μάνης». 5: κλαστικός σχηματισμός της «σειράς της Μάνης». 6: φυλλίτες - χαλαζίτες. 7: διεύθυνση και φορά κλίσης στρωμάτων. 8: ανεστραμμένα στρώματα. 9: μετακαλυμματική τεκτονική επιφάνεια ολίωσης. 10: επώθηση. 11: επίπλευση. 12: ρήγματα (χάσματα) αποκόλλησης. 13: κανονική επαφή. 14: γεωλογική τομή. 15: ρήγμα.



Σχ. 2. Γεωλογικές τομές. 1: τεκτονικό λατυποποιημένο μάρμαρο. 2: μάρμαρα της «σειράς της Μάνης» 3: κλαστικός σχηματισμός της «σειράς της Μάνης» 4: φυλλίτες - χαλαζίτες. 5: μετακαλυμματική τεκτονική επιφάνεια ολίωσης. 6: επώθηση. 7: επίπλευση.

Στα ανώτερα στρώματα παρεμβάλλονται ερυθροϊώδη μάρμαρα που περνούν βαθμιαία, σε μια ελαφρά μεταμορφωμένη κλαστική ακολουθία. Αυτή αποτελείται από πρασινόχρους αρχικά και στη συνέχεια καφεκίτρινους ασβεστοπηλίτες-πηλίτες με λεπτές ανθρακικές ενδιάστρώσεις και ορίζοντες ανθρακικών κροκαλολατυποπαγών. Σε κροκαλολατυποπαγείς ορίζοντες κοντά στον οικισμό της Αγ. Τριάδας προσδιορίστηκαν τρηματοφόρα του τριτογενούς (*nummulites, discocyclines*).

Δυτικά του οικισμού Καστρί η ιζηματογένεση της κλαστικής ακολουθίας ξεκινά με την απόθεση ενός ανθρακικού κροκαλοπαγούς που το πάχος του ξεπερνά τα δέκα μέτρα.

Σύμφωνα με τον F. Thiebault (1980, 1982), τα μάρμαρα και οι ασβεστοφυλλίτες της Μάνης, ανήκουν στην υποζώνη των Παξών-Ζακύνθου. ενώ σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη του Ι.Γ.Μ.Ε. κλίμακας 1:50.000, φύλλο Μαυροβούνι-Αρεόπολις-Γερολιμνή (1984), οι προηγούμενοι σχηματισμοί, είναι μεταμορφωμένοι σχηματισμοί της Ιονίου ζώνης. Εμείς, στην παρούσα εργασία, αναφερόμενοι στα μάρμαρα της Μάνης και στην κανονικά υπερκείμενη κλαστική ακολουθία, θα χρησιμοποιούμε τον όρο «σειρά της Μάνης».

ii) Σχηματισμούς της ενότητας Φυλλιτών-Χαλαζιτών, που στις περιοχές νότια της Βάθειας, βορειοδυτικά από το Πόρτο-Κάγιο και βόρεια από τα Κορογονιάνικα, υπέρκεινται τεκτονικά των μαρμάρων ή των ασβεστοφυλλιτών. Αποτελούνται από μια παικιλία σχιστολίθων και από χαλαζίτες. Στους σχιστολίθους παρατηρήθηκαν χλωρίτης, χλωριτοειδές, γρανάτης, γλαυκοφανής και κατά θέσεις αιματίτης (ολίγιτο).

iii) Λατυποπαγείς κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι οι οποίοι έχουν σημαντική επιφανεϊκή ανάπτυξη και πάχος στο νότια και στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης (Καστρί, Αχίλλεια). Πρόκειται ουσιαστικά για τεκτονικά λατυποπαγή που ανοπτύσσονται κατά μήκος της επαφής των μαρμάρων της Μάνης και των υποκειμένων, τεκτονικά, σχηματισμών.

iv) Υπολλειματικές εμφανίσεις μεταλλικών (νεογενών ?) σχηματισμών που αποτελούνται από αδρόκοκκους ψαμμίτες, αργίλους, ωλιθικούς ασβεστόλιθους, μικρολατυποπαγή, και κροκαλολατυποπαγή. Στο ερυθρό, αργιλοψαμμιτικό συνδετικό υλικό των μικρολατυποπαγών παρατηρήσαμε κακά διατηρημένα απολιθώματα. Η διάκριση των κροκαλολατυποπαγών από τα τεκτονικά λατυποπαγή ή ακόμη και από τα συνεκτικά ανθρακικά πλευρικά κορήματα δεν είναι πάντοτε ευχερής. Τα κροκαλολατυποπαγή απαντούν κυρίως νότια και νοτιοανατολικά από τα Κορογονιάνικα ενώ σημαντική εξάπλωση έχουν στην ευρύτερη περιοχή της Κοκκινόγιας (νοτιότερο άκρο του Ταινάρου).

2. Τεκτονικές παρατηρήσεις

Τα μάρμαρα και η κλαστική σειρά της Μάνης είναι παλυπτυχωμένα. Κυριαρχούν κατακεκλιμένες ισοκλινείς πτυχές με άξονες γενικού προσανατολισμού Β-Ν περίπου. Η πολυπτύχωση αυτή έχει ως αποτέλεσμα, σε πολλές περιοχές τα στρώματα να εμφανίζονται σε ανεστραμμένη διάταξη (π.χ. νότια της Βάθειας, δυτικά της Καινούργιας Χώρας, δυτικά του Καστριού, και στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης). Προσδευτική εξέλιξη της ισοκλινούς πτύχωσης αποτελούν οι λεπιώσεις οι οποίες παρατηρούνται τόσο μεταξύ των μαρμάρων της Μάνης όσο και μεταξύ των μαρμάρων και των ασβεστοπηλιτών (Σχ.1 και Σχ. 2).

Ρήγματα και διακλάσεις συμπληρώνουν τον τεκτονικό ιστό των σχηματισμών της «σειράς της Μόνης». Η παρουσία των ασυνεχειών αυτών έχει ιδιαίτερη σημασία δεδομένου ότι σε ορισμένες περιοχές, σε συνδυασμό με άλλες παραμέτρους, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ευστάθεια των φυσικών αλλά και κάποιων τεχνητών πρανών.

Οι διακλάσεις αναπτύσσονται κυρίως κατά μήκος δυο διευθύνσεων, μιας ΒΔ-ΝΑ και μιας ΒΒΑ-ΝΝΔ. Το πρώτο από τα δυο συστήματα διακλάσεων έχουν επιδράσει ευνοϊκά στην εκδήλωση κατολισθήσεων στην περιοχή βόρεια του Καστριού ενώ μαζί με το δεύτερο ελέγχουν τις κατολισθήσεις στην περιοχή Β του Αχιλλείου.

Η ενότητα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών επωθείται είτε πάνω σε μάρμαρα της Μάνης είτε πάνω σε ασβεστοπηλίτες (π.χ. νότια της Βάθειας, βόρεια των Κορογονιάνικων ή νοτιοδυτικό του Αχιλλείου) (Σχ. 1).

Πάνω από την ενότητα Φυλλιτών-Χολαζιτών, στις περιοχές νοτιοανατολικά της Βάθειας, ανατολικά της Καινούργιας Χώρας, βόρεια από τα Κορογονιόνικα και στο Αχίλλειο, απαντούν ανθρακικό πετρώματα τα οποία, σύμφωνα με την κλασική διαδοχή των τεκτονικών καλυμμάτων στην Πελοπόννησο, θα μπορούσαμε να τα εντάξουμε στην ενότητα της Τρίπολης. Λεπτομερείς όμως παρατηρήσεις αποδεικνύουν ότι τα ανθρακικά αυτά πετρώματα ανήκουν στα μάρμαρα της ενότητας της Μόνης και μάλιστα βρίσκονται σε ανεστραμμένη θέση. Νοτιοανατολικό δε του νεκροταφείου της Βάθειας, πάνω από την ενότητα Φυλλιτών-Χαλαζιτών απαντούν οι ασβεστοπηλίτες-πηλίτες οι οποίοι, όπως προαναφέραμε, αποτελούν την προς τα πάνω εξέλιξη των μαρμάρων.

Η τεκτονική υπέρθεση των μαρμάρων και της κλαστικής σειράς της Μάνης πάνω σε ορίζοντες των Φυλλιτών-Χαλαζιτών κυρίως, ή των μαρμάρων και των ασβεστοπηλιτών σπανιότερα είναι αποτέλεσμα, μιας μετακαλυμματικής τεκτονικής ολίσθησης λόγω βαρύτητας. Πιθανότατα κάποιες από τις προαναφερθείσες επιφάνειες επιπτεύσεων και επωθήσεων να λειτούργησαν οργότερα και ως επιφάνειες ολίσθησης, λόγω βαρύτητας.

2. Τεκτονικές παρατηρήσεις

Τα μάρμαρα και η κλαστική σειρά της Μάνης είναι πολυπτυχωμένα. Κυριαρχούν κατακεκλιμένες ισοκλινείς πτυχές με άξονες γενικού προσανατολισμού Β-Ν περίπου. Η πολυπτύχωση αυτή έχει ως αποτέλεσμα, σε πολλές περιοχές τα στρώματα να εμφανίζονται σε ανεστραμμένη διάταξη (π.χ. νότια της Βάθειας, δυτικά της Καινούργιας Χώρας, δυτικά του Καστριού, και στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης). Προσδευτική εξέλιξη της ισοκλινούς πτύχωσης αποτελούν οι λεπιώσεις οι οποίες παρατηρούνται τόσο μεταξύ των μαρμάρων της Μάνης όσο και μεταξύ των μαρμάρων και των ασβεστοπηλιτών (Σχ.1 και Σχ. 2).

Ρήγματα και διακλάσεις συμπληρώνουν τον τεκτονικό ιστό των σχηματισμών της «σειράς της Μάνης». Η παρουσία των ασυνεχειών αυτών έχει ιδιαίτερη σημασία δεδομένου ότι σε ορισμένες περιοχές, σε συνδυασμό με άλλες παραμέτρους, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ευστάθεια των φυσικών αλλά και κάποιων τεχνητών πρυνών.

Οι διακλάσεις αναπτύσσονται κυρίως κατά μήκος δυο διευθύνσεων, μιας ΒΔ-ΝΑ και μιας ΒΒΑ-ΝΝΔ. Το πρώτο από τα δυο συστήματα διακλάσεων έχουν επιδράσει ευνοϊκά στην εκδηλώση κατολισθήσεων στην περιοχή βάρεια του Καστριού ενώ μαζί με το δεύτερο ελέγχουν τις κατολισθήσεις στην περιοχή Β του Αχιλλείου.

Η ενάτητα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών επωθείται είτε πάνω σε μάρμαρα της Μάνης είτε πάνω σε ασβεστοπηλίτες (π.χ. νότια της Βάθειας, βόρειο των Κορογονιάνικων ή νοτιοδυτικά του Αχιλλείου) (Σχ. 1).

Πάνω από την ενάτητα Φυλλιτών-Χαλαζιτών, στις περιοχές νοτιοανατολικά της Βάθειας, ανατολικά της Καινούργιας Χώρας, βόρεια από τα Κορογονιάνικα και στο Αχίλλειο, απαντούν ανθρακικά πετρώματα τα οποία, σύμφωνα με την κλασική διαδοχή των τεκτονικών καλυμμάτων στην Πελοπόννησο, θα μπορούσαμε να τα εντάξουμε στην ενότητα της Τρίπολης. Λεπτομερείς όμως παρατηρήσεις αποδεικνύουν ότι τα ανθρακικά αυτά πετρώματα ανήκουν στα μάρμαρα της ενότητας της Μάνης και μάλιστα βρίσκονται σε ανεστραμμένη θέση. Νοτιοανατολικά δε του νεκροταφείου της Βάθειας, πάνω από την ενότητα Φυλλιτών-Χαλαζιτών απαντούν οι ασβεστοπηλίτες-πηλίτες οι οποίοι, όπως προαναφέραμε, αποτελούν την προς τα πάνω εξέλιξη των μαρμάρων.

Η τεκτονική υπέρθεση των μαρμάρων και της κλαστικής σειράς της Μάνης πάνω σε ορίζοντες των Φυλλιτών-Χαλαζιτών κυρίως, ή των μαρμάρων και των ασβεστοπηλιτών σπανιότερα είναι αποτέλεσμα, μιας μετακαλυμματικής τεκτονικής ολίσθησης λόγω βαρύτητας. Πιθανότατα κάποιες από τις προαναφερθείσες επιφάνειες επιπτεύσεων και επωθήσεων να λειτούργησαν αργότερα και ως επιφόνειες ολίσθησης, λόγω βαρύτητας.

3. Κατολισθητικά φαινόμενα

Εκτεταμένες κατολισθήσεις βραχωδών μαζών παρατηρούνται στην περιοχή δυτικά και βόρεια του οικισμού Καστρί και στην περιοχή βόρεια του Αχιλλείου.

Οι κατολισθήσεις* εκδηλώνονται με τον αποχωρισμό, κατά μήκος επιφανειών διακλάσεων και ρηγμάτων, και την ολίσθηση επί των υποκείμενων πλαστικών σχηματισμών (ενότητα των Φυλλιτών-Χαλαζιτών ή κλαστικά της «σειράς της Μάνης»), είτε των ανώτερων, πολύχρωμων, οριζόντων των ανθρακικών της «σειράς της Μάνης» (περιοχή δυτικά και βόρεια του οικισμού Καστρί), είτε των συνεκτικών τεκτονικών λατοποπαγών (περιοχή βόρεια του Αχιλλείου).

Εξ αιτίας της ολίσθησης των βραχωδών μαζών επί των υποκείμενων πλαστικών, γεωλογικών σχηματισμών διαμορφώνονται στην επιφάνεια του εδάφους διαδοχικές, επιμήκεις, κλιμακωτές, διαρρήξεις και χάσματα το πλάτος των οποίων σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβαίνει τα πέντε



Φωτ. 1. Επιφανειακά επιμήκη χάσματα εξ αιτίας της ολίσθησης των μαρμάρων της Μάνης στην περιοχή βόρεια του οικισμού Καστρί.

* Για τις κατολισθήσεις ακολουθήθηκε η ταξινόμηση αυτών κατά Varnes (1958).

μέτρα. Τα χάσματα αυτά και οι διαρρήξεις διαμορφώνουν στην περιοχή ένα ιδιαίτερο ανάγλυφο (Φωτ. 1, 2 και 3).



Φωτ. 2. Ολίσθηση συνεκτικού τεκτονικού λατιποπαγούς με ταυτόχρονη δημιουργία μεγάλων χασμάτων βόρεια του οικισμού του Αχιλλείου.

Άλλες μικρότερης κλίμακας, σφηνοειδείς ή περιστροφικές κατολισθήσεις, που έχουν προσβάλλει σχηματισμούς της ενότητας Φυλλιτών - Χαλαζιτών, έχουν εκδηλωθεί ανατολικά και δυτικά του Πόρτο Κάγιου και στον δρόμο που οδηγεί στο Μαρμάρι. Η τελευταία είναι μια παλιά μεγάλη κατολισθήση που από το μέσο της περίπου διέρχεται ο προηγούμενος δρόμος. Μετά την διάνοιξη του δρόμου εκδηλώνονται, κατά μήκος των δημιουργηθέντων τεχνητών πρανών, κατολισθήσεις (περιστροφικές ή με τη μορφή ρωών), με αποτέλεσμα, αρκετά συχνά, ο δρόμος να σκεπάζεται από κατολισθαίνοντα υλικά (Φωτ. 4).

4. Αίτια εκδήλωσης των κατολισθητικών φαινομένων

Τα αίτια τα οποία οδήγησαν στην εκδήλωση των κατολισθητικών φαινομένων στις περιοχές των οικισμών Καστρίου και Αχιλλείου είναι πολλά. Διαπιστώθηκε ότι πρωτεύοντα ρόλο διαδραμάτισαν:



Φωτ. 3. Κατολισθήσεις και επιφανειακά χάσματα βόρεια του οικισμού του Αχιλλείου.



Φωτ. 4. Σφηνοειδής κατολίθωση στην ενότητα Φυλλιτών - Χαλαζιτών δυτικά του Πόρτο Κάγιο.

- η τεκτονική δομή, συνεπεία της οποίας τα μάρμαρα της Μάνης βρέθηκαν να υπέρκεινται των πλαστικών, πλούσιων σε αργιλικά ορυκτά, σχηματισμών της ενότητας των Φυλλιτών-Χαλαζιτών ή της κλαστικής ακολουθίας προς την οποία εξελίσσονται κανονικά τα μάρμαρα.
- οι τεκτονικές ασυνέχειες και ιδιαίτερα οι διακλάσεις, κατά μήκος των οποίων η βραχόμαζα εμφανίζει μειωμένη αντοχή. Κατά μήκος των ασυνεχειών αυτών έλαβε χώρα ο αποχωρισμός της βραχομάζας και δημιουργήθηκαν τα μεγάλα επιφανειακά χάσματα. Επί πλέον οι διακλάσεις και τα ήδη δημιουργηθέντα χάσματα διευκόλυναν και διευκολύνουν την κατείσδυση του νερού μέσα στα μάρμαρα και τα τεκτονικά λατυποπαγή.
- οι βροχοπτώσεις και τα υπόγεια νερά τα οποία έδρασαν και δρούν ως λιπαντικό μέσο κατά μήκος της επαφής μαρμάρων και των υποκείμενων, πλαστικών σχηματισμών. Μικροπηγές εκδηλώνονται καθόλη την διάρκεια του έτους σε διάφορα σημεία κατά μήκος της επαφής των μακροπερατών μαρμάρων και τεκτονικών λατυποπαγών με τους υποκείμενους φυλλίτες ή τα κλαστικά της «σειράς της Μάνης».
- οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις της περιοχής και ιδιαίτερα των νότιων και δυτικών ακτών κατά μήκος των οποίων εκδηλώνονται κυρίως τα κατολισθητικά φαινόμενα.
- ο ευνοϊκός συνδυασμός μορφολογικών κλίσεων και κλίσεων τεκτονικής επαφής μαρμάρων ή τεκτονικών λατυποπαγών με τους υποκείμενους πλαστικούς σχηματισμούς. Αυτό σε συνδυασμό με την μείωση της διατμητικής αντοχής κατά μήκος της προηγούμενης επαφής εξ αιτίας της παρουσίας του υπόγειου νερού ευνόησε και ευνοεί την ολίσθηση των μαρμάρων και των τεκτονικών λατυποπαγών επί του πλαστικού υποβάθρου τους.
- η κατασκευή του οδικού δικτύου Βάθειας - Μαρμαρίου, εξ αιτίας του οποίου έγιναν εκκαφές στα φυσικά πρηνή με αποτέλεσμα την απώλεια στήριξης και διατάραξη της ισορροπίας των μαζών πίσω και πάνω από τα πρηνή.

Για τις σφηνοειδείς και περιστροφικές κατολισθήσεις που εκδηλώθηκαν ανατολικά και δυτικά του οικισμού Πόρτο Κάγιο και στον δρόμο που οδηγεί στο Μαρμάρι, υπεύθυνη είναι βασικά η απώλεια στήριξης στη βάση των φυσικών και τεχνητών πρηνών είτε εξ αιτίας των εκκαφών που έγιναν κατά την διάνοιξη των οδικών αρτηριών είτε εξ αιτίας της διαβρωτικής δράσης των θαλασσιών κυμάτων. Οι εκκαφές στην βάση των πρηνών σε συνδυασμό με τον ευνοϊκό προσανατολισμό των επιφανειών διακλάσεων, της επιφάνειας σχιστότητας των φυλλιτών - χαλαζιτών και της μορφολογικής κλίσης, οδήγησαν στην εκδήλωση αυτών των σφηνοειδών ή περιστροφικών κατολισθήσεων.

5. Συμπεράσματα

Στο νοτιότερο τμήμα της χερσονήσου της Μάνης, στην περιοχή μεταξύ Βάθειας και Πόρτο-Κάγιο παρατηρήθηκαν εκτεταμένες κατολισθήσεις βραχωδών μαζών.

Διαπιστώθηκε ότι πρωτεύοντα ρόλο στην εκδήλωση αυτών των κατολισθήσεων διαδραμάτισαν:

- η τεκτονική δομή της περιοχής.
- οι ασυνέχειες και ιδιαίτερα οι διακλάσεις και τα ρήγματα.
- οι βροχοπτώσεις και το υπόγειο νερό.
- οι μεγάλες μορφολογικές κλίσεις των περιοχών στις οποίες εκδηλώθηκαν οι κατολισθήσεις.
- ο ευνοϊκός συνδυασμός μορφολογικών κλίσεων και κλίσεων τεκτονικής επαφής μαρμάρων με τους υποκείμενους πλαστικούς σχηματισμούς.
- η κατασκευή του οδικού δικτύου.

Οι κατολισθήσεις εκδηλώνονται με τον αποχωρισμό, κατά μήκος επιφανειών διακλάσεων και ρηγμάτων, μεγάλων ανθρακικών τεμαχών και την ολίσθησή τους επί των υποκείμενων πλαστικών σχηματισμών.

Σε περίοδο έντονων βροχοπτώσεων ή σεισμικής διέγερσης της περιοχής και ιδιαίτερα εάν έχουμε συνδυασμένη εκδήλωση των δυο αυτών φυσικών φαινομένων, ο κίνδυνος ενεργοποίησης των παραπάνω κατολισθήσεων είναι υπαρκτός.

Οι σφηνοειδείς και περιστροφικές κατολισθήσεις οι οποίες παρατηρούνται ανατολικά και δυτικά του Πάρτου Κάγιου και στον δρόμο που οδηγεί στο Μαρμάρι, είναι αποτέλεσμα κυρίως των εκσκαφών στη βάση των φυσικών και τεχνητών πρανών, εξ αιτίας της διάνοιξης των οδικών αρτηριών, ή της διαβρωτικής δράσης των θαλασσίων κυμάτων (απώλεια στήριξης της βάση των πρανών).

Βιβλιογραφία

- Alexopoulos, A., Lekkas, S. (1995). The tectonic structure of Tainaro Peninsula (Mani, Southern Peloponnese). (Υπό δημοσίευση στο Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie).
- I.G.M.E., (1984). Γεωλογικός Χάρτης 1:50.000, φύλλο Μουροβούνιον-Αρεόπολις-Γερολιμνή.
- Thiebault, F. (1980). Sur l'existence de la sous-zone de Paxos (preapulienne) en Peloponnese meridional, Grece. C. R. Acad. Sc. Paris, T. 291, 733-736.

- Thiebault, F. (1982). Evolution geodynamique des Hellenides externes en Péloponnèse méridional (Grèce). Soc. Geol. Nord., no 6, p. 574.
- Varnes, D.J. (1958). Landslide types and processes, *In: Landslides and Engineering Practice* (Ed. E.B.Eckel), Highway Research Board Special Report 29, Washington, D.C., U.S.A., 20-47.