

## ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΟΧΙΩΝ ΠΡΑΝΩΝ ΣΤΟ ΠΑΛΑΙΟ ΜΙΚΡΟ ΧΩΡΙΟ ΝΟΜΟΥ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΗ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ

Ρόζος Δ.<sup>1</sup> και Αποστολίδης Ε.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, ΕΜΠ, Ηρώων  
Πολυτεχνείου 9, 157 80 Ζωγράφου Αθήνα, rozos@metal.ntua.gr

<sup>2</sup> ΙΓΜΕ, Δ/νση Τεχνικής Γεωλογίας, Μεσογείων 70, 115 27 Αθήνα, emmapost@igme.gr

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η γεωλογική δομή και η τεκτονική του χώρου ανάπτυξης του οικισμού του Παλαιού Μικρού Χωριού, σε συνδυασμό με την μορφολογία, την τεχνικογεωλογική και υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών, έχουν συμβάλει στην αστάθεια συγκεκριμένων τμημάτων των πρानών και την εκδήλωση πολύ σοβαρών κατολισθητικών φαινομένων, με κορυφαίο γεγονός αυτό της 13<sup>ης</sup> Ιανουαρίου 1963, που είχε σαν αποτέλεσμα τον θάνατο 13 ανθρώπων και την καταστροφή του μεγαλύτερου τμήματος του οικισμού. Πρόσφατα κατολισθητικά φαινόμενα αφορούν σε πολύ περιορισμένης έκτασης και επιφανειακής εξέλιξης αστοχίες στο δασώδες πρानές ανάντι του εναπομείναντος οικισμού και εκτός οικιστικής περιοχής (Ελευθερίου-Αποστολίδης, 1987, Ελευθερίου, 1988 Αποστολίδης, 1992, Αποστολίδης, 1993).

Για την ασφαλή οριοθέτηση του χώρου οικιστικής ανάπτυξης του οικισμού αξιολογήθηκαν οι παραπάνω αναφορές, αλλά και η αυξημένη σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής και συντάχθηκε ο τεχνικογεωλογικός χάρτης σε κλίμακα 1:5.000, ο οποίος περιλαμβάνει επτά (7) τεχνικογεωλογικές ενότητες, τρεις (3) για τους σχηματισμούς του υποβάθρου και τέσσερις (4) για τους νεώτερους σχηματισμούς, για κάθε μια από τις οποίες δίνονται η γενική περιγραφή, η τεχνικογεωλογική και υδρογεωλογική συμπεριφορά, καθώς και βασικές πτυχές του τεχνικογεωλογικού περιβάλλοντος, όπως αυτές απορρέουν από την γεωδυναμική-γεωμορφολογική εξέλιξη του χώρου.

Με τη χρήση όλων των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν και με βάση τον τεχνικογεωλογικό χάρτη, διαμορφώθηκαν οι σχετικές προτάσεις για την οικιστική ανάπτυξη του χώρου, με την διάκριση τριών ζωνών οικιστικής καταλληλότητας, δηλαδή: (α) περιοχών που θεωρούνται ασφαλείς χωρίς την λήψη ιδιαίτερων πρόσθετων μέτρων, (β) περιοχών που θεωρούνται επισφαλείς, αν και δεν παρουσιάζουν σύγχρονα φαινόμενα εδαφικών μετακινήσεων, κυρίως λόγω της δράσης του υπεδαφικού νερού και της γενικής τους αστάθειας, ιδιαίτερα κάτω από δυναμική φόρτιση και (γ) περιοχών που κυρίως καλύπτονται από τα υλικά της κατολίπησης του 1963 και θεωρούνται ακατάλληλες για οικοδόμηση. Τέλος, για πρόσθετη ασφάλεια των νέων κατάλληλων οικιστικών χώρων, αλλά και του υπάρχοντος οικισμού, εκτός από την καλή θεμελίωση και την αντισεισμική θωράκιση των κατασκευών, κρίθηκε αναγκαία η λήψη απλών μέτρων βελτίωσης των γεωτεχνικών συνθηκών.

### 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Η συνεχώς αυξανόμενη ανάγκη ασφαλούς οικιστικής ανάπτυξης στην περιοχή του Παλαιού Μικρού Χωριού του Δήμου Ποταμιάς Νομού Ευρυτανίας, περιοχής που στο σχετικά πρόσφατο παρελθόν (13 Ιανουαρίου 1963) είχε πληγεί από πολύ σοβαρά κατολισθητικά φαινόμενα, τα οποία προκάλεσαν το θάνατο 13 ανθρώπων και την πλήρη καταστροφή 60 περίπου σπιτιών του χωριού (Βετούλης, 1963, Βετούλης, 1969), κατέστησε αναγκαία την διερεύνηση όλων εκείνων των παραμέτρων που συνέβαλαν στην εκδήλωση των κατολισθήσεων. Έτσι, η εργασία αυτή αναφέρεται στα αποτελέσματα της τεχνικογεωλογικής διερεύνησης για τη διάκριση των ασφαλών και μη περιοχών οικιστικής καταλληλότητας, έτσι ώστε να εξασφαλισθεί η απρόσκοπτη ανάπτυξη του εναπομείναντος οικισμού.

Ο οικισμός του Παλαιού Μικρού Χωριού εντοπίζεται σε οδική απόσταση 18km περίπου νότια του Καρπενησίου και σε υψόμετρο 850-950m περίπου. Από μορφολογικής πλευράς ο οικιστικός χώρος αναπτύσσεται στα δυτικά πρηνή και στην κορυφή αντερείσματος ΝΔ-ΒΑ/κής διεύθυνσης, που εντάσσεται στο ΒΑ/κό πρηνές της ορεινής έξαρσης Αιλιάδες (υψόμετρο 1384m). Η έξαρση αυτή, που κυριαρχεί ανάντι του οικισμού με πολύ ισχυρές τοπικά κλίσεις πρηνών, ανήκει στον ορεινό όγκο της Χελιδόνας. Στις βόρειες απολήξεις αυτής, κατάντι του χωριού, διέρχεται ο χείμαρρος Μικροχωρίτικο ή Κεφαλόβρυσος, ο οποίος με διεύθυνση περίπου Δ-Α αποτελεί δευτερεύοντα κλάδο του Καρπενησιώτη ποταμού. Γενικώς, τα υδρορέματα που καταλήγουν στον Μικροχωρίτικο, αλλά και ο ίδιος, παρουσιάζουν μεγάλη ορμητικότητα και αυξημένη μηχανική μεταφορική ικανότητα σε εδαφικά υλικά.

Το ανάγλυφο της περιοχής ανάπτυξης του οικισμού, το οποίο είναι έντονα ορεινό, με πολυσιχδή διαμελισμό και με ποικιλία μορφολογικών χαρακτηριστικών, είναι αποτέλεσμα της γεωλογική δομής και του τεκτονικού καθεστώτος της, καθώς αυτή συνίσταται από σχηματισμούς της γεωτεκτονικής ζώνης της Πίνδου.

## 2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ – ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

### 2.1 Λιθοστρωματογραφία

Η ευρύτερη περιοχή του οικισμού δομείται από σχηματισμούς της γεωτεκτονικής ζώνης της Πίνδου, οι οποίοι τοπικά καλύπτονται από νεώτερους (Τεταρτογενείς) σχηματισμούς.

Το υπόβαθρο του οικιστικού χώρου αποτελούν οι ανωκρητιδικό ασβεστόλιθοι που δομούν τον ορεινό όγκο αμέσως ανάντι (ΝΔ/κά) του οικισμού, αλλά και ΒΔ/κά αυτού. Πρόκειται για λεπτοπλακώδεις (πάχος στρώσεων 5-20 cm) ασβεστολίθους, χρώματος τεφρού έως υπόλευκου και στα κατώτερα τους μέλη ερυθρωπού, με ενστρώσεις, φακοειδείς παρεμβολές ή και κονδύλους πυριτολίθων, πρασινότεφρου, λευκότεφρου ή και ερυθρότεφρου χρώματος. Το πάχος του σχηματισμού στην περιοχή του οικισμού φθάνει τις λίγες εκατοντάδες μέτρα.

Σε τμήμα του πρηνούς ανάντι (ΝΔ/κά) του οικισμού, αλλά και Β.ΒΔ/κά αυτού, εντοπίζονται μεταβατικά στρώματα των ασβεστολίθων προς το φλύσχη. Αποτελούνται από εναλλαγές λευκότεφρων λεπτοπλακωδών μαργαϊκών ασβεστολίθων με αργιλομάργες και αραιές κερατολιθικές ενστρώσεις μικρού πάχους, που προς τα πάνω εξελίσσονται σε εναλλαγές αργιλοψαμμιτικών οριζόντων, μαργαϊκών ασβεστολίθων, κλαστικών ασβεστολίθων, ασβεστολιθικών ψηφιδωπαγών και ψαμμούχων μαργών, με αποτέλεσμα στην επαφή με το φλύσχη ο σχηματισμός να εμφανίζεται με τη μορφή εναλλαγών ψαμμιτών, αργιλικών σχιστολίθων και αραιών παρεμβολών μαργαϊκών ασβεστολίθων (προοδευτική αύξηση των κλαστικών υλικών από τα κατώτερα προς τα ανώτερα μέλη). Το πάχος του σχηματισμού στην περιοχή του οικισμού είναι μερικές δεκάδες μέτρα.

Οι παραπάνω σχηματισμοί στην περιοχή του οικιστικού χώρου, αλλά και κατάντι αυτού, καλύπτονται από εναλλαγές ψαμμιτών και ιλυολίθων, με επικράτηση των ψαμμιτικών φάσεων (λεπτόκοκκων – μεσόκοκκων), οι οποίες είναι πλέον συχνές και τοπικά εξελίσσονται σε πάγκους πάχους μέχρι και 1m. Πρόκειται για τους σχηματισμούς του φλύσχη της Πίνδου, με τις ιλυολιθικές ενστρώσεις, οι οποίες είναι σπανιότερες, να φθάνουν σε πάχος τα 20cm.

Τοπικά, οι σχηματισμοί του υποβάθρου καλύπτονται από Τεταρτογενείς σχηματισμούς, οι οποίοι διακρίνονται σε:

(α) Παλαιά και νέα πλευρικά κορήματα: Αποτελούνται από γωνιώδη τεμάχια, ασβεστολιθικής κυρίως σύστασης και ποικίλου μεγέθους (συνήθως έως 30cm), ψηφίδες, καθώς και ιλυοαμμώδους σύστασης εδαφικά υλικά από καστανέρυθρου έως ερυθροκάστανου χρώματος ιλυώδεις άμμους μεταξύ των ασβεστολιθικών θραυσμάτων. Το πάχος τους τοπικά υπερβαίνει τα 5m.

(β) Υλικά μανδύα αποσάθρωσης: Πρόκειται για αποσαθρώματα είτε των σχηματισμών του φλύσχη είτε αυτών της ζώνης μετάβασης, κιτρινοκάστανου έως τεφροκάστανου χρώματος, που αποτελούνται από ιλυοαμμώδη έως αργιλοαμμώδη υλικά, με ψηφίδες, χάλικες και σπανιότερα κροκάλες, ψαμμιτικής κυρίως σύστασης. Τοπικά συμμετέχουν και πλέον ευμεγέθη θραύσματα ψαμμιτών. Το πάχος τους είναι συνήθως 1-3m.

(γ) Αποθέσεις κοίτης: Χαλαρά υλικά, κυρίως αδρομερή, από ψηφίδες, χάλικες, κροκάλες μεγέθους μέχρι και 20cm, καθώς και ογκολίθους ποικίλων διαστάσεων (από τους σχηματισμούς του

υποβάθρου), άμμος ποικίλης διαβάθμισης σε μικρό ποσοστό, καθώς και ελάχιστα λεπτομερή. Το πάχος τους κυμαίνεται από 0,50 έως 1,50m.

## 2.2 Τεκτονικό καθεστώς

Η κύρια τεκτονική δραστηριότητα (έναρξη Τριτογενούς) σχετίζεται με την παραμόρφωση των ιζημάτων της ζώνης της Πίνδου στη διάρκεια μιας ορογενετικής φάσης που είχε σαν τελικό αποτέλεσμα την επώθησή της πάνω στη ζώνη Γαβρόβου. Η ορογενετική αυτή φάση ξεκίνησε μετά την απόθεση του φλύσχη και συνεχίστηκε σε όλη τη διάρκεια του Ηωκαίνου (Aubouin, 1959). Η κίνηση αυτή σταματά στο ανώτερο Ολιγόκαινο ή στο Μειόκαινο. Κατά την διάρκεια της επώθησης αυτής σχηματίστηκαν μεγάλης κλίμακας κεκλιμένες πτυχές, αποκολλήσεις, λέπη, εφιππεύσεις, μικροπτυχές και ρήγματα, λόγω της ευκαμψίας των ιζημάτων. Η απορρέουσα έντονη καταπόνηση των ιζημάτων και ιδιαίτερα του φλύσχη έχει προκαλέσει ισχυρή μικροπτύχωση (στολίδωση), καθώς και ολισθήσεις-διατμήσεις των στρωμάτων, αλλά και εσωτερικές εφιππεύσεις στα ιζήματα αυτά.

Τα επικρατούντα συστήματα διάρρηξης στην περιοχή έρευνας είναι δύο, με διευθύνσεις ΒΔ/κή – ΝΑ/κή και ΒΑ/κή – ΝΔ/κή, ενώ συμμετέχει και ένα τρίτο (δευτερεύον) με διεύθυνση περίπου Α–Δ. Το πρώτο, που είναι σχεδόν παράλληλο με τις ισούψεις, συμβάλλει στη διαμόρφωση των κλιμακωτών αναβαθμών της οικιστικής περιοχής, ενώ το δεύτερο είναι περίπου παράλληλο με τους κύριους άξονες πτύχωσης που διαμορφώνονται σχεδόν κάθετα στις ισούψεις και με βύθιση προς τις χαμηλές υψομετρικά περιοχές.

## 2.3 Σεισμικότητα – Σεισμική επικινδυνότητα

Για να προσδιορισθεί η σεισμικότητα της περιοχή μελέτης εξετάστηκαν οι χάρτες κατανομής των σεισμικών επικέντρων της περιόδου 550 π.Χ. έως 1900 και οι καταγραφές για τους σεισμούς του παρόντα αιώνα (Παπαζάχος - Παπαζάχου, 2003, Parazachos - Comninakis - et al., 2000). Με βάση τις καταγραφές αυτές διαπιστώνεται ότι στους σεισμούς με μέγεθος Ms μεγαλύτερο των 5 βαθμών της κλίμακας Richter εντάσσονται δεκαεννέα (19) μεταξύ 5 R και 6 R και δύο (2) με μέγεθος πάνω από 6,5 R, από τους οποίους ο ένας έχει μέγεθος ίσο με 7 R. Ανάλογες είναι και οι παρατηρήσεις που προκύπτουν από τον Σεισμοτεκτονικό Χάρτη του Νομού Ευρυτανίας (Μουγιάρης & Κυνηγαλάκη, 1995).

Αναφορικά με τις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού, σύμφωνα με τις πρόσφατες τροποποιήσεις του ΕΑΚ-2000 (2000 & 2003), η περιοχή κατατάσσεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II, με μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους  $A=0,24g$ , δηλαδή  $A=2,35m/sec^2$ .

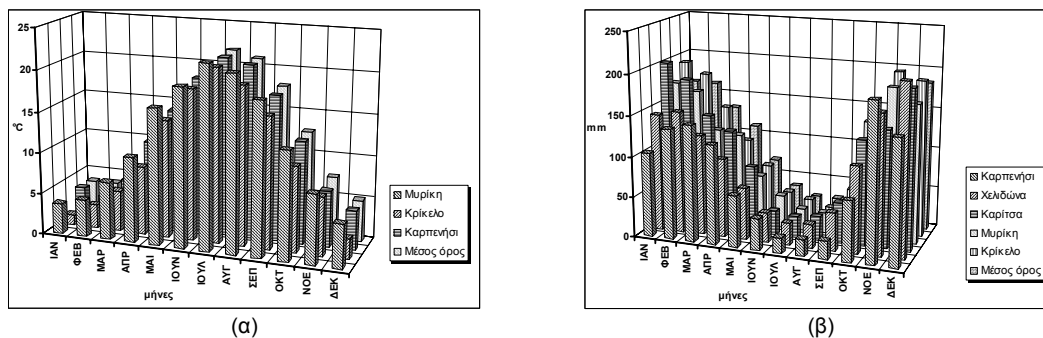
## 3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

### 3.1 Υδρομετεωρολογικό καθεστώς

Από πλευράς υδρομετεωρολογικού καθεστώτος διαπιστώνεται ότι η ευρύτερη περιοχή μελέτης, τόσο από πλευράς γεωγραφικής τοποθέτησης, όσο και υψομέτρου, χαρακτηρίζεται από τα υψηλότερα μεγέθη χιονοπτώσεων-βροχοπτώσεων στον Ελληνικό χώρο (Καραπιπέρης, 1974). Πιο συγκεκριμένα, το μέσο ετήσιο ύψος των βροχοπτώσεων για την περίοδο 1972-1990 (στους σταθμούς Καρπενησίου, Χελιδώνας, Καρίτσας, Μυρίκης και Κρικέλου, από ΕΜΥ, 1999) κυμαίνεται από 1087mm έως 1339mm, ενώ ο μέσος όρος των χιονοπτώσεων για την περίοδο 1975-1990 (στο σταθμό Καρπενησίου) είναι 768mm.

Οι συνθήκες αυτές, συνδυαζόμενες με το σχετικά αυξημένο μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος (18,1°C, για την περίοδο 1955-1996 στους σταθμούς Καρπενήσι, Μυρίκη και Κρίκελο) που ευνοεί τη δημιουργία παγετού, συνδράμουν στη δράση των παραγόντων διάβρωσης και αποσάθρωσης, καθώς και τη γρήγορη ανάπτυξη της βλάστησης (Σχ. 1). Οι διαδικασίες αυτές είναι σχετικά γρήγορες όσον αφορά στα κερματισμένα ασβεστολιθικά πετρώματα, συμβάλλοντας έτσι έμμεσα στη χαλάρωση αυτών, με την προοδευτική διεύρυνση κατά μήκος των ασυνεχειών, καθώς και την άσκηση εφελκυστικών τάσεων από το ριζικό σύστημα. Έτσι, τοπικά δημιουργείται σημαντικός όγκος κορημάτων, αλλά και διαμορφώνεται ασταθής ισορροπία σε τμήματα της βραχομάζας απότομων πρανών.

Εξ άλλου, οι αργιλοϊλυώδους σύστασης σχηματισμοί του φλύσχη, λόγω της συνδυασμένης διαδοχικής επίδρασης της θερμικής αποσάθρωσης (θερινή περίοδος) και της μηχανικής διάβρωσης (χειμερινή περίοδος) υφίστανται πρόσθετη χαλάρωση της συνοχής τους και κατ' επέκταση μείωση της αντοχής τους.



Σχήμα 1. Διαγράμματα πορείας μέσου μηνιαίου θερμοκρασιακού εύρους (α) και μέσου μηνιαίου ύψους ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (β).

### 3.2 Υδρογεωλογικές συνθήκες

Από πλευράς υδροπερατότητας, οι ασβεστόλιθοι, αλλά και οι βαθύτεροι οριζόντες των στρωμάτων μετάβασης προς τον φλύσχη, όπου επικρατούν τα ανθρακικά ιζήματα, χαρακτηρίζονται ως δευτερογενώς περατοί σχηματισμοί, κυρίως λόγω κερματισμού. Επίσης, περατοί σχηματισμοί θεωρούνται αφ' ενός μεν οι αναμοχλευμένες μάζες λόγω παλαιών ολισθήσεων, αφ' ετέρου δε τα κορήματα και τα υλικά του μανδύα αποσάθρωσης, καθώς προέρχονται από την αποσάθρωση των ψαμμιτικών κυρίως φάσεων του φλύσχη που επικρατούν στην οικιστική περιοχή. Αντίθετα, οι ανώτεροι οριζόντες της ζώνης μετάβασης, όπου επικρατούν οι μαργαϊκές και σχιστολιθικές φάσεις και ο φλύσχος στο σύνολό του, χαρακτηρίζονται ως σχηματισμοί χαμηλής περατότητας έως πρακτικά στεγανοί, χωρίς όμως να αποκλείεται η παρουσία μικρής δυναμικότητας υδροφόρων στις θέσεις των μεγάλου πάχους ψαμμιτικών πάγκων του φλύσχη.

Συνεπώς, διαπιστώνεται ότι το ποσοστό κατείδυσης είναι αυξημένο στους ασβεστόλιθους και στους βαθύτερους οριζόντες των στρωμάτων μετάβασης, στους ψαμμιτικούς οριζόντες του φλύσχη και στους νεώτερους υδροπερατούς σχηματισμούς (κυρίως αναμοχλευμένες μάζες των παλαιών ολισθήσεων και κορήματα). Αντίθετα, το ποσοστό κατείδυσης είναι μικρό στην φάση των αργιλικών σχιστολίθων-ιλυολίθων του φλύσχη.

Η παραπάνω υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών που δομούν τον οικιστικό χώρο, σε συνδυασμό με τα πολύ υψηλά μεγέθη χιονοπτώσεων-βροχοπτώσεων που παρατηρούνται, έχουν σαν αποτέλεσμα τη διαμόρφωση εποχιακών υδροφόρων οριζόντων στα μεγάλα πάχους κορήματα και αποσθάρωματα, αλλά και στους ψαμμίτες του φλύσχη, που εκφορτίζονται με τη μορφή εκρών ή και πηγών νερού. Η παρουσία του μεταβαλλόμενου αυτού υδροφόρου οριζόντα βοηθά στην απόπλυση των λεπτομερών υλικών, αλλά και στη μείωση των διαμηθικών αντοχών, με την αύξηση εποχιακά της πίεσης του νερού των πόρων, συμβάλλοντας στην αστάθεια συγκεκριμένων τμημάτων των πρτανών, ιδιαίτερα κάτω από δυναμική φόρτιση (σεισμό).

## 4 ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

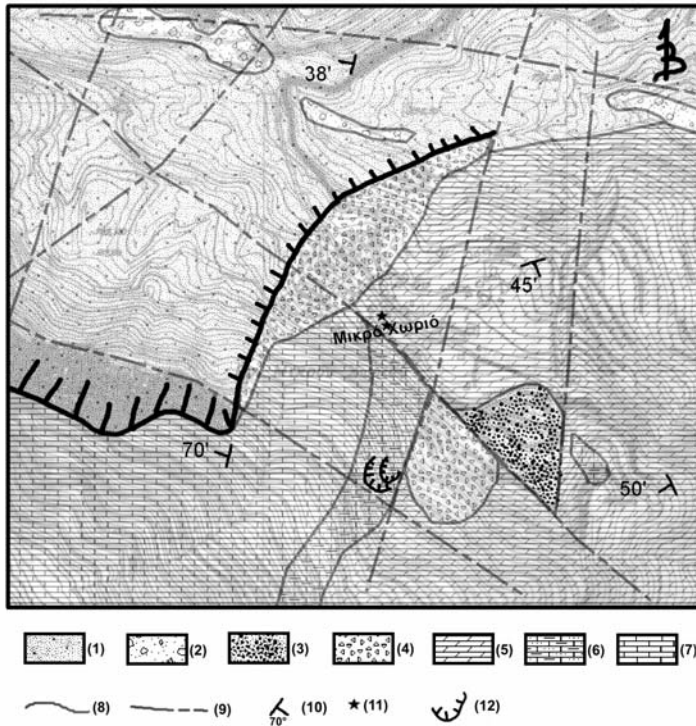
Για την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω αναφορών και σχολιασμών συντάχθηκε ο τεχνικογεωλογικός χάρτης σε κλίμακα 1:5.000 (UNESCO / IAEG, 1976, Report of the Commission of Eng. Geol. mapping IAEG. 1976, 1981b) Στο χάρτη αυτό (Σχ. 2), ο οποίος στηρίχθηκε στον οδηγό της UNESCO-IAEG (1976), διακρίθηκαν επτά (7) τεχνικογεωλογικές ενότητες, τρεις (3) για τους σχηματισμούς του υποβάθρου, δηλαδή ασβεστόλιθοι, ιζήματα της ζώνης μετάβασης και ψαμμιτικές φάσεις του φλύσχη και τέσσερις (4) για τους νεώτερους σχηματισμούς, ήτοι πλευρικά κορήματα, υλικά μανδύα αποσάθρωσης, αποθέσεις κοίτης και αναμοχλευμένες μάζες.

Οι τεχνικογεωλογικοί χαρακτήρες των ανωτέρω επτά (7) τύπων, από τους νεότερους προς τους παλαιότερους, είναι οι ακόλουθοι:

1. Αναμοχλευμένες μάζες λόγω παλαιών ολισθήσεων: Σχηματισμός ολισθημένων μαζών πλευρικών κορημάτων, που αποτελείται κυρίως από τεμάχια ασβεστολίθων και σε μικρότερο ποσοστό κερατολίθων, ποικίλων μεγεθών, από ψηφίδες μέχρι θραύσματα ασβεστολιθικής προέλευσης και σε πολύ μικρό ποσοστό αργιλοϊλυώδη έως αμμοϊλυώδη λεπτομερή υλικά. Κατά θέσεις τα υλικά αυτά αναμιγνύονται με ερείπια σπιτιών. Σήμερα εμφανίζουν όψη χαλαρών κορημάτων και αποτελούν προϊόντα σοβαρών αστοχιών στα πρηνή της περιοχής. Το πάχος του μικτού αυτού σχηματισμού κυμαίνεται από 1 έως 10m, ενώ τοπικά μπορεί να είναι και μεγαλύτερο.
2. Αποθέσεις κοίτης: Χαλαρά, κυρίως αδρομερή υλικά και ελάχιστα λεπτομερή. Παρουσιάζουν αυξημένη περατότητα, υποβαθμισμένα γεωμηχανικά χαρακτηριστικά, μικρή επιφανειακή ανάπτυξη (καλύπτουν τοπικά το χώρο της κοίτης του κεντρικού ρέματος κατάντι και ανατολικά του χωριού) και έχουν πάχος που κυμαίνεται από 0,50 έως 1,50m.
3. Υλικά μανδύα αποσάθρωσης: Αποσαθρώματα είτε των σχηματισμών του φλύσχη είτε αυτών της ζώνης μετάβασης, κιτρινοκάστανου έως τεφροκάστανου χρώματος, που αποτελούνται από ιλυοαμμώδη έως αργιλοαμμώδη λεπτομερή υλικά με ψηφίδες, χάλικες και σπανιότερα θραύσματα ψαμμιτικής κυρίως σύστασης. Το πάχος τους κυμαίνεται από 1 έως 3m. Γενικώς αποτελούν χαλαρό σχηματισμό με σχετικά αυξημένη περατότητα, υποβαθμισμένα γεωμηχανικά χαρακτηριστικά και πτωχή αναμενόμενη φέρουσα ικανότητα. Στις θέσεις αυξημένου πάχους, η υποβαθμισμένη γεωμηχανική συμπεριφορά, σε συνδυασμό με τον υψηλό βαθμό κορεσμού και την μορφολογία της περιοχής, έχει σαν αποτέλεσμα την εκδήλωση εδαφικών κινήσεων, οι οποίες εξελίσσονται σε ροές εδαφικών υλικών προς τα κατάντι. Σαν ενότητα διαχωρίζονται στον χάρτη όπου εμφανίζουν πάχος μεγαλύτερο των 2m.
4. Πλευρικά κορήματα: Ασβεστολιθικά θραύσματα και λίγα λεπτομερή. Σχηματισμοί χαλαροί ή και ημισυνεκτικοί έως συνεκτικοί στο βάθος όπου επικρατούν τα παλαιότερα κορήματα. Παρουσιάζουν επιμήκη επιφανειακή ανάπτυξη στο νοτιοανατολικό τμήμα του οικισμού, όπου και αναπτύσσεται μικρός αριθμός σπιτιών, καθώς και στο βορειοδυτικό του τμήμα, εκτός οικιστικής περιοχής. Το πάχος τους τοπικά ξεπερνά τα 5m.
5. Ιζήματα του φλύσχη: Κυκλοθεματικές αποθέσεις ψαμμιτών και ιλυολίθων, με επικράτηση των ψαμμιτικών φάσεων. Πρόκειται για ιζήματα έντονα πτυχωμένα και καταποννημένα από την τεκτονική των λεπίων και επιπτεύσεων, που στον οικιστικό χώρο το πάχος τους κυμαίνεται από μερικές μέχρι αρκετές δεκάδες μέτρα. Στο χώρο ανάπτυξης του οικισμού δημιουργούν τις περισσότερες φορές πρηνή με μέτριες κλίσεις, στα οποία η κάλυψή τους με υλικά του μανδύα αποσάθρωσης είναι είτε μικρού πάχους είτε ελλείπει, ενώ στις ηπιότερες μορφολογικά θέσεις αναπτύσσεται μανδύας αποσάθρωσης και ζώνη κερματισμού, που τοπικά φθάνουν και 3m πάχος. Οι ψαμμίτες είναι ισχυρά συνεκτικοί και έντονα κερματισμένοι, με αποτέλεσμα να χαρακτηρίζονται από αυξημένη δευτερογενή περατότητα και υψηλή αναμενόμενη φέρουσα ικανότητα. Οι ιλυόλιθοι είναι μικρού πάχους και εμφανίζουν αυξημένη συνεκτικότητα. Πρόκειται, για πρακτικά αδιαπέρατο στο σύνολό του σχηματισμό, με μέτρια αναμενόμενη φέρουσα ικανότητα.
6. Υλικά της ζώνης μετάβασης από τα ανθρακικά ιζήματα προς τον φλύσχη: Εναλλαγές οριζόντων ποικίλης λιθολογικής σύστασης, με επικράτηση στους βαθύτερους ορίζοντες των λεπτοπλακωδών μαργαϊκών ασβεστολίθων και αργιλομαργών με κερατολιθικές ενστρώσεις μικρού πάχους και στους ανώτερους των αργιλοψαμμιτών. Πρόκειται για ισχυρά πτυχωμένο και τεκτονικά καταποννημένο σχηματισμό, με ανισότροπη γεωμηχανική συμπεριφορά λόγω της ετερομορφίας στη λιθολογική σύσταση. Έτσι, οι ανώτεροι ορίζοντες, με επικράτηση των "φλυσχικών" φάσεων, παρουσιάζουν σχετικά προβλήματα αστάθειας, ενώ αντίθετα οι βαθύτεροι ορίζοντες, όπου επικρατούν οι εναλλαγές ανθρακικών και μαργαϊκών ιζημάτων, η γεωμηχανική συμπεριφορά της βραχωμάζας βελτιώνεται σημαντικά και πλησιάζει αυτήν των υποκειμένων ανθρακικών ιζημάτων.
7. Λεπτοπλακώδεις λευκότεφροι ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους: Πρόκειται για βραχώδεις σχηματισμούς με ασθενή καρστική διάβρωση, που εμφανίζονται έντονα πτυχωμένοι και ισχυρά διεργημένοι, δηλαδή τεκτονικά καταποννημένοι. Εμφανίζουν ικανοποιητική γεωμηχανική συμπεριφορά και διαμορφώνουν έντονο μορφολογικό ανάγλυφο, αλλά χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα από πλευράς ευστάθειας πρηνών. Ο ισχυρός κερματισμός και η πτύχωση, σε συνδυασμό με την πλακώδη ανάπτυξη του σχηματισμού, τοπικά συμβάλλουν στη χαλάρωση της δομής του, με

αποτέλεσμα σε απότομα πρηνή να δημιουργούνται προοδευτικές αποκολλήσεις και καταπτώσεις μικρών γενικά διαστάσεων βραχωδών τεμαχίων. Έτσι, σε θέσεις όπου δεν ευνοείται η απομάκρυνσή τους, διαμορφώνουν πλευρικά κορήματα σημαντικού πάχους.

8.



Σχήμα 2. Τεχνικογεωλογικός χάρτης περιοχής Παλαιού Μικρού Χωριού Ν. Ευρυτανίας.

(1) αναμοχλευμένες μάζες λόγω παλαιών ολίσθησεων, (2) αποθέσεις κόιτης, (3) υλικά μανδύα αποσάθρωσης, (4) πλευρικά κορήματα, (5) ιζήματα φλύσχη με επικράτηση των ψαμμιτικών φάσεων, (6) υλικά ζώνης μετάβασης, (7) λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθοι με πυριτόλιθους, (8) όριο τεχνικογεωλογικών ενοτήτων, (9) μείζονες διαρρήξεις (ρήγματα), (10) κλίση και παράταξη στρωμάτων, (11) πηγές-εκροές νερού και (12) κατολισθητικά φαινόμενα.

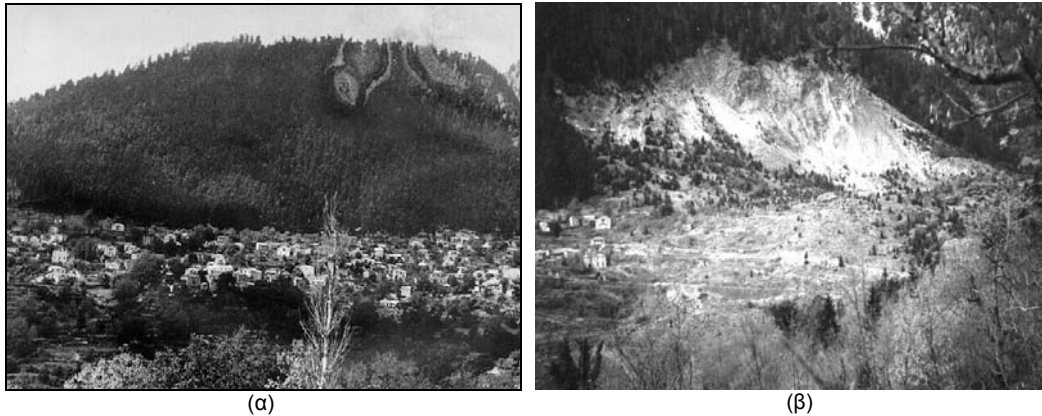
## 5 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Μελετώντας τα κατολισθητικά φαινόμενα που εντοπίζονται στην οικιστική περιοχή του Παλαιού Μικρού Χωριού είναι δυνατόν να διακριθούν σε παλαιά και νέα.

Τα παλαιά κατολισθητικά φαινόμενα αφορούν αποκλειστικά στις εκτεταμένες αστοχίες πρηνών που εκδηλώθηκαν στις 13 Ιανουαρίου 1963 και είχαν σαν αποτέλεσμα τον θάνατο 13 ανθρώπων και την καταστροφή του μεγαλύτερου τμήματος του χωριού (Σχ. 3).

Οι κατολισθητικές κινήσεις εκδηλώθηκαν κυρίως στα υλικά των κορημάτων, τα οποία στη θέση της αστοχίας αποκτούσαν σημαντικό πάχος, ενώ η οριακή επιφάνεια ολίσθησης περιέλαβε και τμήματα της ζώνης κερματισμού των σχηματισμών του υποβάθρου, όπως αυτή είχε διαμορφωθεί από την δράση των ρηγμάτων και των λοιπών συστημάτων ασυνεχειών, λόγω τεκτονικής καταπόνησης. Η σημερινή εικόνα του μετώπου της κατολίσθησης αποκαλύπτει σχεδόν κατακόρυφο πρηνές (άλμα 20-30m), στο οποίο αποκαλύπτονται οι σχηματισμοί του υποβάθρου που επηρεάστηκαν (κυρίως ασβεστόλιθοι και σχιστοκερατόλιθοι). Η μελέτη των αεροφωτογραφιών των ετών 1945, 1960 και 1985 αποκαλύπτει την προοδευτική εκδήλωση του φαινομένου. Οι αεροφωτογραφίες του 1945 δείχνουν ότι στο πρηνές ανάντι του οικισμού είχαν ήδη σημειωθεί πολύ μικρής έκτασης θραύσεις, οι οποίες στις αεροφωτογραφίες του 1960 έχουν επεκταθεί. Τα πολύ έντονα καιρικά φαινόμενα του χειμώνα του 1962-63, με βροχές και χιονοπτώσεις, καθώς επίσης η σεισμική δραστηριότητα που εκδηλώθηκε την ίδια εποχή, σε συνδυασμό με τη φύση και την τεκτονική καταπόνηση των σχηματι-

σμών, αποτέλεσαν το έναυσμα για την ξαφνική εκδήλωση του φαινομένου, κατά μήκος όμως των προϋπαρχόντων επιφανειών θραύσης.



Σχήμα 3. Γενική άποψη του Παλαιού Μικρού Χωριού Ν. Ευρυτανίας (α) πριν την εκδήλωση των κατολισθήσεων του 1963 και (β) μετά την εκδήλωση αυτών.

Τα νεώτερα κατολισθητικά φαινόμενα αφορούν σε πολύ περιορισμένης έκτασης και επιφανειακής εξέλιξης αστοχίες στο δασώδες πρηνές ανάντι του οικισμού και εκτός οικιστικής περιοχής, τα οποία επηρεάζουν κυρίως το μανδύα της ζώνης μετάβασης των ασβεστολίθων προς τον φλύσχη. Πρόκειται για πολύ μικρής έκτασης φαινόμενα, με άλμα της τάξης των μερικών εκατοστών και μήκος της τάξης των 50m, τα οποία όμως δεν δημιουργούν ανησυχίες ως προς την ασφάλεια του υπάρχοντος οικισμού.

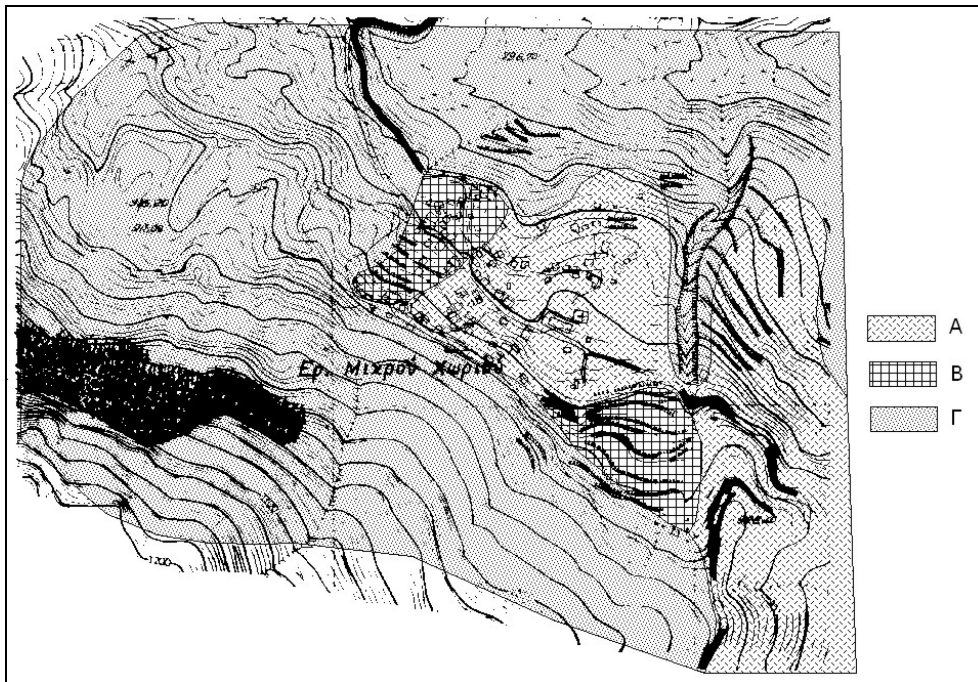
## 6 ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ

Με τη συναξιολόγηση όλων των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν και με βάση την τεχνικογεωλογική χαρτογράφηση σε κλίμακα 1:5.000, διαμορφώθηκαν οι σχετικές προτάσεις οικιστικής ανάπτυξης, προκειμένου να εξασφαλισθούν ασφαλείς συνθήκες θεμελίωσης των επεκτάσεων του οικισμού, δεδομένης της αυξημένης ζήτησης χώρων οικοδόμησης. Έτσι διακρίθηκαν τρεις (3) ζώνες οικιστικής καταλληλότητας:

(Α) Η ζώνη που δομείται από τους σχηματισμούς του υποβάθρου (φλύσχη, υλικά της ζώνης μετάβασης, ασβεστολίθους). Τα τμήματα του οικιστικού χώρου που εντάσσονται στη ζώνη αυτή θεωρούνται κατάλληλα για οικοδόμηση και άλλες οικιστικές χρήσεις χωρίς τη λήψη πρόσθετων μέτρων (ζώνη "Α" στον χάρτη του Σχήματος 4).

(Β) Η ζώνη στην οποία επιφανειακά αναπτύσσονται τα πλευρικά κορήματα (ζώνη "Β" στο χάρτη του Σχήματος 4). Οι περιοχές της ζώνης αυτής είναι κατάλληλες για δόμηση υπό προϋποθέσεις και θεωρούνται επισφαλείς για οικιστική ανάπτυξη παρότι δεν παρουσιάζονται σύγχρονα φαινόμενα εδαφικών μετακινήσεων, κυρίως λόγω της δράσης του υπεδαφικού νερού και της γενικής τους αστάθειας, ιδιαίτερα κάτω από δυναμική φόρτιση. Επειδή όμως σε τέτοιες περιοχές υπάρχει αναπτύγμένο μικρό τμήμα του νέου οικισμού, είναι αναγκαία η πραγματοποίηση περιορισμένης έκτασης γεωτεχνικής έρευνας, που θα δώσει σημαντικά στοιχεία αναφορικά με το πάχος και την φύση των σχηματισμών, αλλά και την εν γένει γεωμηχανική τους συμπεριφορά, έτσι ώστε να καθορισθούν ασφαλείς συνθήκες θεμελίωσης, προκειμένου και αυτή η ζώνη να ενταχθεί μελλοντικά σαν ασφαλής χώρος ανάπτυξης του οικισμού.

(Γ) Η ζώνη που καλύπτεται από ολισθημένα και αναμοχλευμένα υλικά λόγω της κατολίσθησης του 1963 (ζώνη "Γ" στο χάρτη του Σχήματος 4). Τα τμήματα του οικοδομικού χώρου που ανήκουν στη ζώνη αυτή θεωρούνται ακατάλληλα για δόμηση, λόγω της κακής γεωμηχανικής συμπεριφοράς των αναμοχλευμένων υλικών που τη δομούν και του σημαντικού πάχους αυτών. Η μόνη χρήση της ζώνης αυτής, μετά από εργασίες εξομάλυνσης, αλλά και αποστράγγισης των επιφανειακών νερών, θα αφορούσε σε χώρους αναψυχής και πρασίνου.



Σχήμα 4. Χάρτης οικιστικής καταλληλότητας περιοχής Παλαιού Μικρού Χωριού Ν. Ευρυτανίας. (Α) περιοχές κατάλληλες για δόμηση, (Β) περιοχές κατάλληλες για δόμηση υπό προϋποθέσεις και (Γ) περιοχές ακατάλληλες για δόμηση.

Εκτός από τα παραπάνω και προκειμένου να υπάρξει πρόσθετη ασφάλεια των νέων οικιστικών χώρων, αλλά και του υπάρχοντος οικισμού, θεωρείται ότι η λήψη και εφαρμογή ορισμένων μέτρων θα συμβάλει στη βελτίωση των γεωτεχνικών συνθηκών (Κούκης - Ρόζος, 1982, Κούκης - Ζιούρκας, 1989). Τα μέτρα αυτά αφορούν:

(α) Σε διευθετήσεις της ροής των νερών. Τα νερά που ρέουν επιφανειακά στον οικισμό, αλλά και τα νερά που συγκεντρώνονται στο μανδύα αποσάθρωσης του φλύσχη και σχηματίζουν περιορισμένης δυναμικότητας υδροφόρο ορίζοντα, χρήζουν εγκιβωτισμένης παροχέτευσης εκτός οικοδομικού χώρου. Επισημαίνεται η ανάγκη συχνής συντήρησης όλων των υπαρχόντων αυλακιών στην οικιστική περιοχή, αλλά και αυτών που θα κατασκευασθούν στο μέλλον.

(β) Στην ανάσχεση της διαβρωτικής δράσης στις κοίτες των χειμάρρων και των ρεμάτων, με την κατασκευή δασοτεχνικών φραγμάτων ανάσχεσης ή με τον εγκιβωτισμό της κοίτης αυτών.

(γ) Στην προστασία του δασωμένου πρσανούς ανάντι του οικισμού με κατάλληλες δενδροφυτεύσεις. Στο πρσανές αυτό θα πρέπει να απαγορευθεί οποιασδήποτε μορφής υλοτόμηση, εκτός από αυτή που πιθανόν να ορισθεί από το Δασαρχείο για τις ανάγκες ανανέωσης του δάσους.

(δ) Στην προστασία του χώρου απόθεσης των υλικών της κατολίσθησης του 1963 με ήπιες εξομαλύνσεις και επιστρώσεις των επιφανειών που θα εξομαλυνθούν με αργιλικό υλικό και τέλος κατάλληλη φυτοκάλυψη της περιοχής, έτσι ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίησή της ως χώρος αναψυχής και πρασίνου.

(ε) Στην αντισεισμική θωράκιση του οικισμού, λόγω της σεισμικότητας της ευρύτερης περιοχής, με πιστή εφαρμογή των διατάξεων του ΕΑΚ-2000 και των πρόσφατων τροποποιήσεων αυτού και με κατάλληλες θεμελιώσεις.

## 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την τεχνικογεωλογική μελέτη της ευρύτερης περιοχής του οικισμού του Παλαιού Μικρού Χωριού που πραγματοποιήθηκε με στόχο την ζωνοποίησή του για την ασφαλή οικιστική ανάπτυξη, καθώς στο παρελθόν είχε πληγεί από πολύ σοβαρά κατολισθητικά φαινόμενα, με απώλειες ανθρώπινων ζωών, είναι δυνατόν να γίνουν οι ακόλουθες επισημάνσεις:



1. Από πλευράς γεωλογικής δομής και σύστασης, στην ευρύτερη περιοχή ανάπτυξης του οικισμού υπάρχουν περιοχές που δομούνται από σταθερούς σχηματισμούς του υποβάθρου, όπως ψαμίτες του φλύσχη, ασβεστόλιθοι και υλικά της ζώνης μετάβασης, αλλά και περιοχές με επιφανειακή ανάπτυξη νεώτερων σχηματισμών, όπως πλευρικά κορήματα, υλικά παλαιών κατολισθήσεων, κλπ, τα οποία καλύπτουν τους σχηματισμούς του υποβάθρου.
2. Οι σχετικές προτάσεις για την οικιστική ανάπτυξη του χώρου κατέληξαν στη διαμόρφωση τριών (3) διακριτών ζωνών οικιστικής καταλληλότητας, δηλαδή: (Α) περιοχών που θεωρούνται κατάλληλες για δόμηση χωρίς την λήψη ιδιαίτερων πρόσθετων μέτρων, (Β) περιοχών κατάλληλων για δόμηση υπό προϋποθέσεις, δηλαδή περιοχών που απαιτούν πρόσθετη γεωτεχνική μελέτη για να καθορισθούν οι τρόποι ασφαλούς θεμελίωσης, ώστε και αυτές στο μέλλον να θεωρηθούν ασφαλείς, κυρίως λόγω της δράσης του υπεδαφικού νερού και της γενικής τους αστάθειας, ιδιαίτερα κάτω από δυναμική φόρτιση και (Γ) περιοχών ακατάλληλων για δόμηση, οι οποίες καλύπτονται από αναμοχλευμένα υλικά και πρέπει να χρησιμοποιηθούν μόνον ως χώροι αναψυχής και πρασίνου.
3. Προκειμένου να υπάρξει πρόσθετη ασφάλεια των νέων οικιστικών χώρων, αλλά και του υπάρχοντος οικισμού, προτάθηκαν μέτρα βελτίωσης των γεωτεχνικών συνθηκών, όπως διευθέτηση της ροής των νερών, ανάσχεση της διαβρωτικής δράσης στις κοίτες των χειμάρρων και των ρεμάτων, προστασία του δασωμένου πρανούς έναντι του οικισμού με κατάλληλες δενδροφυτεύσεις, προστασία του χώρου απόθεσης των υλικών της κατολισθήσεως του 1963 με εξομαλύνσεις, αργιλικές επιστρώσεις και φυτοκαλύψεις και τέλος αντισεισμική θωράκιση του οικισμού, με πιστή εφαρμογή των διατάξεων του ΕΑΚ-2000 και των πρόσφατων τροποποιήσεων αυτού και με κατάλληλες θεμελιώσεις.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αποστολίδης, Ε., 1992. Γεωτεχνική εξέταση των εδαφικών συνθηκών θεμελίωσης στον παλαιό οικισμό του Μικρού Χωριού Ν. Ευρυτανίας. Δημοσίευτη έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-1687.
- Αποστολίδης, Ε., 1993. Γεωτεχνική εξέταση των εδαφικών συνθηκών θεμελίωσης σε 30 κατολισθαίνοντες οικισμούς του Νομού Ευρυτανίας. Δημοσίευτη έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-1720.
- Aubouin, J., 1959. Contribution à l' étude geologique de la Grèce septentrional: les confins de l' Epire et de la Thessalie. Ann. Geol. Pays Hell. 10, p. 1-525.
- Aubouin, J., 1965. Geosynclines - Developments in Geotectonics, 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 350.
- Anon., 1981. a: British Standard 5930: Site Investigation. London, British Standards Institution, pp. 147.
- Anon., 1981. b: Rock and soil description for engineering geological mapping. Report by the Commission of Engineering Geological Mapping. Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. 24.
- Βετούλης, Δ., 1963. Έκθεσις περί της κατολισθήσεως του χωριού "Μικρόν Χωριόν" της Ευρυτανίας και τα εξ αυτής καταστρεπτικά αποτελέσματα, ως και περί της προτεινόμενης νέας θέσεως. Δημοσίευτη έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-195.
- Βετούλης, Δ., 1969. Γεωλογική έκθεσις επανεξέτασεως του εναπομείναντος εκ της κατολισθήσεως της 13-1-63 τμήματος του Παλαιού Μικρού Χωριού Ευρυτανίας. Δημοσίευτη έκθεση ΙΓΜΕ, Τ- 526.
- Bell, F., 1981. Engineering properties of soils and rocks. Butterworth Co., Ltd., London, 149 pp.
- Bulletin of the International Seismological Centre, Pipers Lane, Thatcham, Newburg, Beckshire, United Kingdom, RG19 4 NS.
- Carter, M., 1983. Geotechnical Engineering Handbook, London, 226p.
- Dearman, W. R. and Matula, M., 1976. Environmental aspects of Engineering Geological Mapping. Bulletin of I.A.E.G., Vol.14, pp 141-146.
- Ε.Α.Κ-2000, 2000. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός, ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ, Αθήνα, σελ. 152, καθώς επίσης πρόσφατες τροποποιήσεις αυτού (2003).
- Ελευθερίου, Α. και Αποστολίδης, Ε., 1987. Γεωτεχνική εξέταση στην κοινότητα Μικρού Χωριού (περιοχή Παλαιού Μικρού Χωριού) Ν. Ευρυτανίας. Δημοσίευτη έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-1312.
- Ελευθερίου, Α., 1988. Έκθεση επανεξέτασης του Μικρού Χωριού (Παλαιός Οικισμός) Ν. Ευρυτανίας. Δημοσίευτη έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-1365.
- ΕΜΥ. - Δ/ση Κλιματολογίας, 1999. Κλιματικά στοιχεία των σταθμών της ΕΜΥ (περίοδος 1955-1997), Αθήνα, σελ. 260.
- ΙΓΜΕ, 1980. Γεωλογικός Χάρτης Ελλάδας, κλίμακα 1:50.000, φύλλο Φραγκίστα.
- ISRM, 1981. Rock Characterization Testing and Monitoring. E.T. Brown, Ed., Pergamon Press, London, 211 p.
- Hoek E. and Bray J. W., 1981: Rock Slope Engineering, Inst. Min. Metall., London, 358p.

- Καραπιτέρης, Ν., 1974. Η κατανομή των βροχοπτώσεων εις τον Ελληνικό χώρο. Δελτίον Ε.Γ.Ε., τόμος XI, τεύχος 1, Αθήνα, σελ. 1-27.
- Κασικάτσος, Γ., 1992. Γεωλογία της Ελλάδας. Πανεπιστήμιο Πάτρας, ΟΕΔΒ, Αθήνα, 451 σελ.
- Κούκης, Γ. και Ρόζος, Δ., 1982. Γεωτεχνικές συνθήκες και κατολισθητικές κινήσεις στον Ελληνικό χώρο σε σχέση με τη γεωλογική δομή και γεωτεκτονική εξέλιξη. Ορυκτός Πλούτος, 16, σελ. 53-69.
- Κούκης, Γ. και Ζιούρκας, Κ., 1989. Κατολισθητικές κινήσεις στον Ελληνικό χώρο - Στατιστική θεώρηση. Ορυκτός Πλούτος, 58, σελ. 39-58.
- Μουγιάρης, Ν. και Κυνηγάκη, Μ., 1995. Σεισμοτεκτονικός χάρτης Νομού Ευρυτανίας, φύλλο Α': ζωνώδης κατανομή σύμφωνα με τους εγγενείς σεισμογεωλογικούς χαρακτήρες των σχηματισμών σε κλίμακα 1:100.000 και φύλλο Β': γεωγραφική κατανομή σεισμικών επικέντρων σε κλίμακα 1:250.000. ΙΓΜΕ, Αθήνα.
- Παπαζάχος, Β. και Παπαζάχου, Κ. 2003. Οι σεισμοί της Ελλάδας, Θεσσαλονίκη, 286 σελ.
- Parazachos, B.C., Comninakis P.E., et al., 2000: A catalogue of earthquakes in Greece and surrounding area for the period 550BC - 1999. Publ. Geoph. Lab., Univ. of Thessaloniki, 1, 333pp.
- Report of the Commission of Eng. Geological mapping of the IAEG, Part I: Rock and Soil materials, 1979. Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Bulletin of IAEG, No19, Krefeld, pp 364-371.
- Report of the Commission of Eng. Geological mapping of the IAEG, Part I: Rock and Soil materials, 1981b. Rock and Soil description for engineering geological mapping. Bulletin of IAEG, Krefeld, No24.
- UNESCO/IAEG, 1976. Engineering geological maps. A guide to their preparation. The Unesco Press, Paris, 79p
- Χατζηνάκος, Ι., Αποστολίδης, Ε., Πογιατζή, Ε. και Κυνηγάκη, Μ., 1998. Γεωτεχνική έρευνα οικισμών Ν. Ευρυτανίας. Έρευνα κατολισθητικών φαινομένων. Τεχνικογεωλογική χαρτογράφηση, οριοθέτηση οικισμών: Μικρού Χωριού, Τριποτάμου, Προυσού, Φουρνάς και Ψιανών. Αδημοσίευτη έκθεση ΙΓΜΕ, Τ-2010.

## ABSTRACT

### **ENGINEERING GEOLOGICAL INVESTIGATION OF SLOPE FAILURES IN PALEO MIKRO HORIO EVRYTANIA PR., AIMING AT ITS SAFE RESIDENTIAL DEVELOPMENT**

Rozos D. <sup>1</sup> and Apostolidis E. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Department of Mining and Metallurgical Engineering, Section of Geological Sciences, 9 Heroon polytechniou str. 157 80 Zografou Athens, rozos@metal.ntua.gr*

<sup>2</sup> *I.G.M.E., Department of Engineering Geology, Mesoghion Str. 70, 115 27, Athens, emmapost@igme.gr*

The geological structure and tectonism of Paleo Mikro Horio development area in relation with the morphology and engineering geological - hydrogeological behaviour of the formations contributed to the instability of certain slopes and the manifestation of serious landslides, with distinctive event, the landslides manifested on 13/1/1963, that resulted in the death of 13 persons and the destruction of the greatest part of the village. Manifestation of recent phenomena refers to slope failures restricted and surficial, outside the residential area at the upward forest slope of the village.

To ensure safe delimitation of the village residential development area, all the abovementioned data were evaluated, taking also into account the rather high seismic risk of the area, and an engineering geological map was compiled at a scale of 1:5.000. This map includes seven (7) engineering geological units, three (3) for the basement formations and four (4) for the recent formations. For every one of them a general description, the engineering geological and hydrogeological behaviour as well as basic approaches of the engineering geological setting resulting from the geodynamic-geomorphologic evolution of the area are given.

Based on all the collected data and the engineering geological map, recommendations relevant for the residential use development of the area were formulated, mainly by means of a zonation map including three zones as following: (a) areas considered safe without taking specific additional measures, (b) areas considered insecure due to the activity of the groundwater and their instability in general, specifically under dynamic load, although current soil displacement phenomena have not been observed and (c) areas covered by the 1963's landslide materials, considered unsuitable for building.

Finally, the application of measures that improved the geotechnical conditions of the new residential areas as well as the existed ones was thought to be necessary, apart from the good foundation of the houses and the anti-seismic enforcement of the constructions.