

1ο ΣΥΝΕΔΡΙΟ  
ΓΕΩΛΟΓΙΑ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

ΠΑΤΡΑ, 1991

**ΜΑΡΙΟΛΑΚΟΣ, Η., ΛΕΚΚΑΣ, Σ., ΔΑΝΑΜΟΣ, Γ., ΛΟΓΟΣ, Ε., ΦΟΥΝΤΟΥΛΗΣ, Ι. (1991).** - Γεωλογικές, Νεοτεκτονικές και Γεωτεχνικές συνθήκες στον αρχαιολογικό χώρο του Μυστρά (Ν. Πελοπόννησος). *1ο Συνέδριο Γεωλογία και Περιβάλλον, Πάτρα, Απρίλιος 1991*, (υπό εκτύπωση).

# ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ, ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΜΥΣΤΡΑ (Ν. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ)

από

ΜΑΡΙΟΛΑΚΟ Η., ΛΕΚΚΑ Σ., ΔΑΝΑΜΟ Γ., ΛΟΓΟ Ε., ΦΟΥΝΤΟΥΛΗ Ι.

## ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα εργασία εντοπίζονται τα γεωλογικά, τεκτονικά, υδρογεωλογικά και τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής του αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά, τα οποία εξετάζονται σε σχέση με τα νεοτεκτονικά και τα σεισμολογικά δεδομένα. Ακολούθως καθορίζονται τα βασικά και κύρια αίτια στα οποία οφείλονται οι ζημιές ή καταστροφές των διαφόρων οικοδομημάτων του αρχαιολογικού χώρου, ενώ διατυπώνονται προτάσεις και μέτρα προκειμένου να αντιμετωπισθούν τα προβλήματα υποστήριξης, συντήρησης και προστασίας των οικοδομημάτων αυτών.

### 1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Η Βυζαντινή πολιτεία του Μυστρά είναι χτισμένη στο μεγαλύτερό της μέρος στις παρυφές του ομώνυμου λόφου, ο οποίος βρίσκεται 5 χλμ. δυτικά της Σπάρτης, στους ανατολικούς πρόποδες του Ταϋγέτου (Εικ. 1).

Ο λόφος έχει σχήμα επίμηκες με διεύθυνση ορειογραφικού άξονα περίπου Β-Ν, το δε μέγιστο απόλυτο υψόμετρο φθάνει τα 630 μ.

Βόρεια και νότια ο λόφος οριοθετείται από δύο βαθειές χαράδρες (ρεματιές), οι οποίες καταλήγουν στον ποταμό Ευρώτα

Το σύνολο των κτισμάτων συγκεντρώνεται κυρίως στο βόρειο τμήμα του λόφου και καταλαμβάνει το χώρο από την κορυφή, όπου είναι κτισμένο το Φράγκικο κάστρο (1249), μέχρι την απόληξη του λόφου στην πεδιάδα της Σπάρτης, όριο που συμπίπτει με τον ασφαλτοστρωμένο δρόμο.

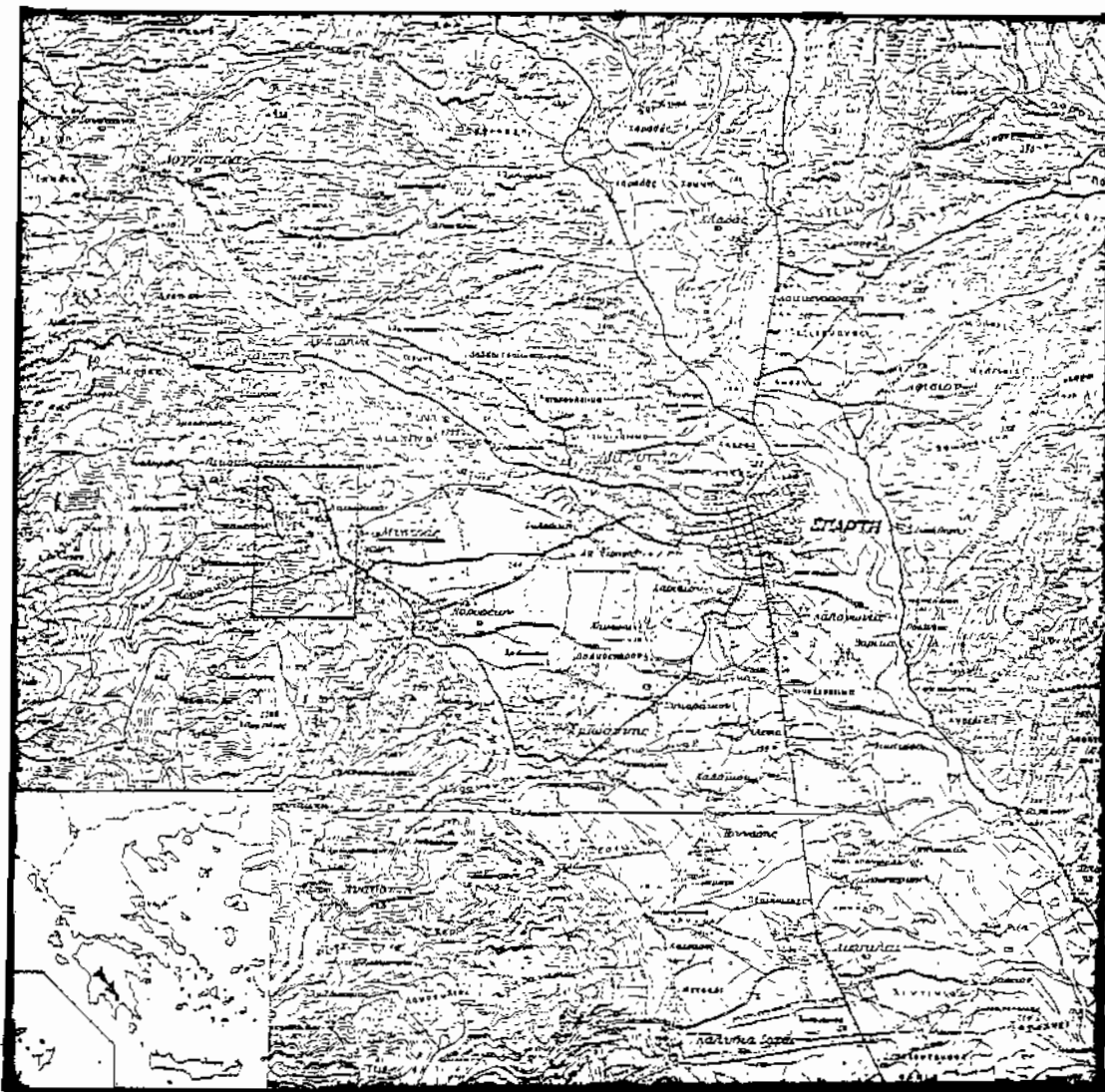
### 2. ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Στον ευρύτερο χώρο της περιοχής μελέτης απαντούν τόσο αλπικοί σχηματισμοί (μεταμορφωμένοι και αμεταμόρφωτοι) όσο και μεταλπικοί σχηματισμοί (θαλάσσιοι και χερσαίοι) (Εικ. 2).

Στον στενό χώρο μελέτης απαντούν από μεν τους μεταλπικούς σχηματισμούς, πλευρικά κορήματα (συνεκτικά ή χαλαρά) από δε τους αλπικούς σχηματισμούς δύο ενότητες, οι ενότητες της Αρνας και της Τρίπολης.

#### α. Μεταλπικοί σχηματισμοί.

**Πλευρικά κορήματα.** Τα πλευρικά κορήματα απαντούν κύρια στα μέτωπα των ρηγμάτων και μάλιστα στα ανατολικά προνή του λόφου. Είναι συνεκτικά και οι λατύπες τους προέρχονται από τους ασβεστόλιθους της ενότητας της Τρίπολης, είναι δε συνδεδεμένα με ερυθρό αργιλικό υλικό. Το μέγεθος των λατυπών ποικίλει από 1 έως μερικά cm στην μεγαλύτερη έκταση, αλλά μπορεί κανείς να παρατηρήσει τοπικά και διάσπαρτους ογκόλιθους. Είναι διαρρηγμένα και καροτικοποιημένα. Σε πολλές περιπτώσεις παρουσιάζεται και ασβεστιτική κρούστα τόσο στην επιφάνεια όσο και στα



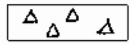
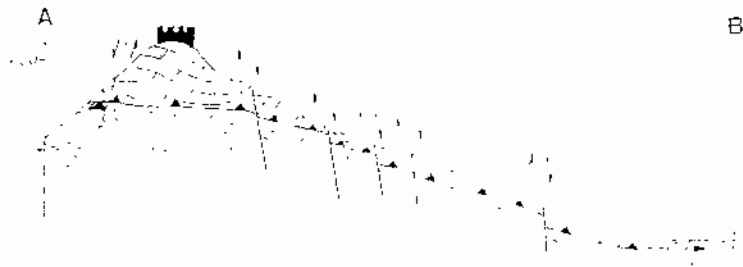
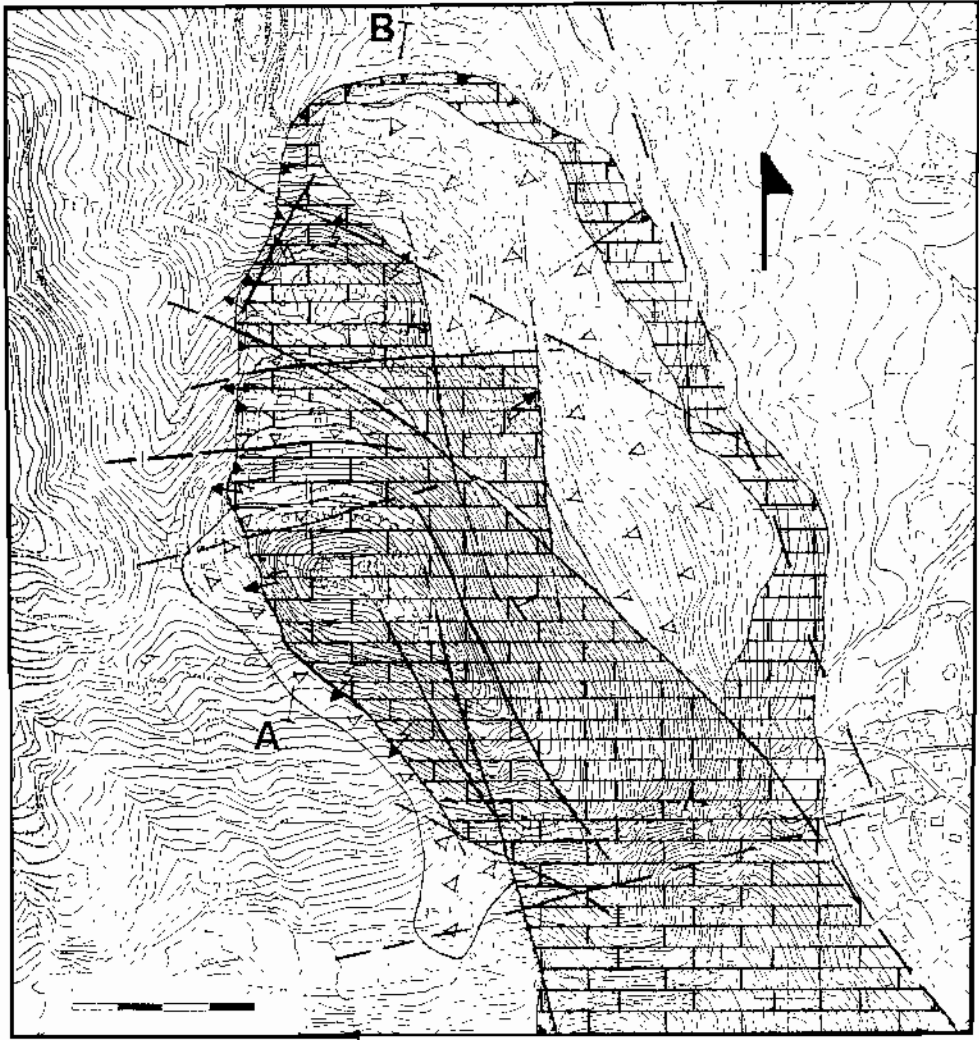
Εικ. 1 . Η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης

καρστικοποιημένα μικροέγκοιλα. Πάνω σ' αυτά τα συνεικτικά, καρστικοποιημένα κορήματα έχουν θεμελιωθεί εν μέρει ή καθ' ολοκληρία πολλά οικοδομήματα της πολιτείας του Μυστρά, όπως για παράδειγμα η Παντάνασσα, η Περίβλεπτος κλπ.

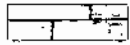
### **β. Αλπικοί σχηματισμοί.**

Οι αλπικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή μελέτης διακρίνονται σε δύο μεγάλες ενότητες: την **ενότητα της Αρνας** που αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα και την **ενότητα της Τρίπολης** που αποτελείται κύρια από αμεταμόρφωτα ανθρακικά ιζήματα.

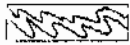
**ι. Ενότητα Αρνας.** Η εν λόγω ενότητα αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα και περιλαμβάνει τους εξής τύπους πετρωμάτων : μεταβασάλτες, μετατόφους, μετακροκαλοπαγή, μεταπηλίτες και χαλαζίτες. Η μεταμόρφωση που έχουν υποστεί τα πετρώματα είναι κvanoσχιστολιθικού τύπου. Η ενότητα Αρνας έχει υποστεί τρεις φάσεις παραμόρφωσης και ως εκ τούτου είναι πολυπτυχωμένη και κατακεραματισμένη . Στην στενή περιοχή μελέτης εμφανίζονται κύρια οι μεταπηλίτες.



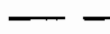
Πλευρικά κορηματα



Νηριτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες της ενότητας της Τσιμπολης.



Μεταμορφωμένα πετρώματα (φυλλίτες - χαλαζίτες) της ενότητας της Λόνας.



Ρήγμα.



Επιθήση.



Καταπτώσεις.



Κλίση και β. ρεύση στρωμάτων

Εικ. 2. Γεωλογικός χάρτης της περιοχής μελέτης.

**11. Ενότητα Τρίπολης.** Πρόκειται για γκρι έως μαύρους ασβεστόλιθους και δολομίτες, οι οποίοι είναι νηητικής φάσης παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι και έχουν κατακερματισθεί από πολλές διακλάσεις και ρήγματα. Τα πετρώματα της εν λόγω ενότητας είναι επωθημένα στα πετρώματα της ενότητας της Αρνάς (η επώθηση φαίνεται πολύ ωραία στο βορειοδυτικό τμήμα του λόφου), ενώ νότια έρχονται σ'επαφή με την ενότητα της Αρνάς μέσω δύο μεγάλων ρηξιγενών επιφανειών με διεύθυνση ΒΒΔ-ΝΝΑ. Οι κλίσεις των ασβεστολίθων είναι εν γένει προς τα ανατολικά.

### **3. ΤΕΚΤΟΝΙΚΑ - ΝΕΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ**

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής μελέτης έχουν υποστεί δύο σημαντικές τεκτονικές παραμορφώσεις. Την παλαιότερη (αλπική), η οποία σχετίζεται με τον αλπικό κύκλο ορογένεσης και περιλαμβάνει την επώθηση των σχηματισμών της ενότητας της Τρίπολης, πάνω στα μεταμορφωμένα πετρώματα της ενότητας της Αρνάς, και την νεότερη (νεοτεκτονική) κατά την οποία δημιουργούνται οι μεγάλες νεοτεκτονικές δομές (τεκτονικά κέρατα και τεκτονικά βυθίσματα).

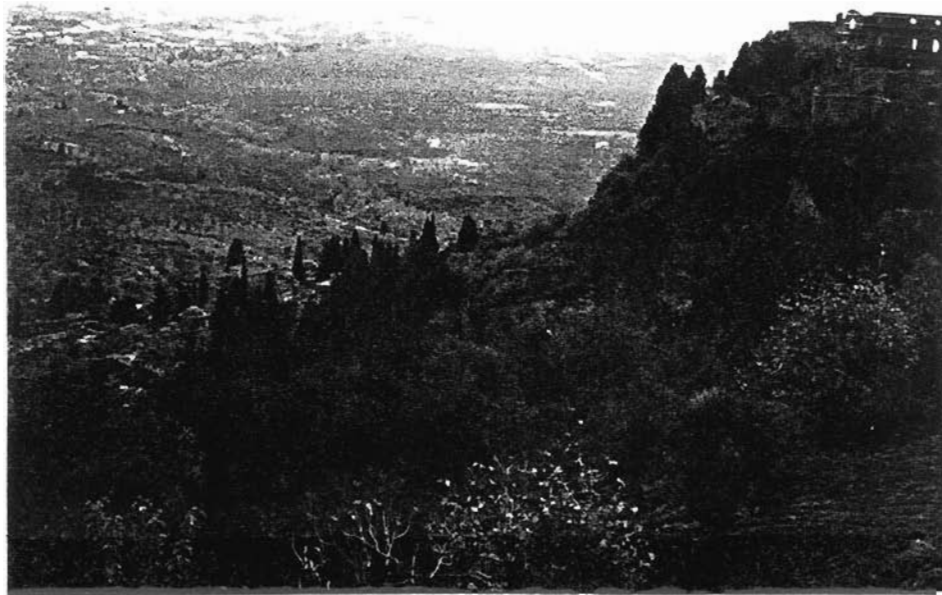
Δύο είναι οι πλέον σπουδαίες νεοτεκτονικές δομές στην ευρύτερη περιοχή, το τεκτονικό κέρατ του Ταυγέτου και το τεκτονικό βύθισμα της Σπάρτης. Μία μεγάλη ρηξιγενής ζώνη με διεύθυνση ΒΒΝ-ΝΝΑ είναι το όριο των δύο αυτών μεγάλων νεοτεκτονικών δομών, αποτελείται δε από ρήγματα διαφόρων διευθύνσεων.

Ο λόφος του Μυστρά βρίσκεται ακριβώς στο όριο αυτών των μεγάλων νεοτεκτονικών δομών. Με άλλα λόγια είναι σε μία περιοχή που έχει υποστεί έντονη τεκτονική καταπόνηση τόσο κατά τον αλπικό κύκλο όσο και κατά την νεοτεκτονική περίοδο, η οποία εκφράζεται κύρια με ρήγματα και διακλάσεις.

Εντός από τα ρήγματα που συναντά κανείς στον ευρύτερο χώρο, βρίσκει και πολλά ρήγματα μέσα στο λόφο του Μυστρά με εντυπωσιακές ρηξιγενείς επιφάνειες (Εικ. 3). Οι διευθύνσεις των ρηγμάτων που κυριαρχούν είναι βόρειες - βορειοανατολικές με φορά μέγιστης κλίσης προς τα ανατολικά. Μικρότερη συχνότητα παρουσιάζουν τα ρήγματα που έχουν γενική διεύθυνση ΒΑ-ΝΔ και φορά μέγιστης κλίσης προς τα ΒΔ. Πάνω στις επιφάνειες των ρηγμάτων παρατηρούνται κρούστες ασβεστιτικές και στη συνέχεια συνεκτικά τεκτονικά λατυποπαγή.

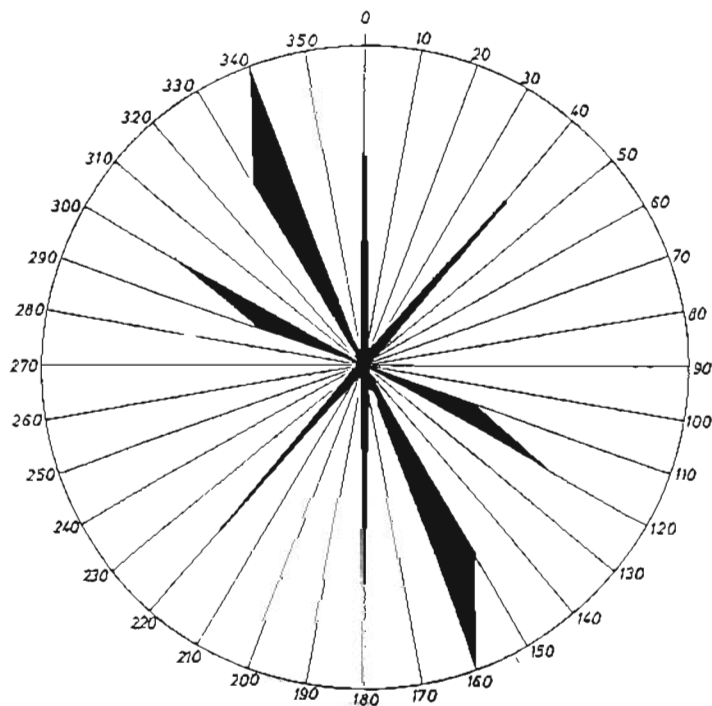
Οι ρηξιγενείς αυτές επιφάνειες τέμνονται με τη σειρά τους από άλλα πιο μικρά ρήγματα ή διακλάσεις, οι οποίες σε συνδυασμό με τη στρώση των ασβεστολίθων και τις μορφολογικές κλίσεις, δημιουργούν δυσμενείς συνθήκες για την ευστάθεια των επιμέρους τεμαχών των πετρωμάτων.

Στην περιοχή του Αρχαιολογικού χώρου πάρθηκαν μετρήσεις διευθύνσεων των διακλάσεων από τις οποίες προέκυψε ότι στον εν λόγω χώρο εμφανίζονται δύο κύρια συστήματα με διευθύνσεις Β120° και Β160° και δύο δευτερεύοντα με διευθύνσεις Β-Ν και Β40° (Εικ. 4).



Εικ. 3. Αποψη της βόρειας πλευράς του Παλατιού το οποίο είναι θεμελιωμένο πάνω στους ασβεστόλιθους της Τρίπολης. Διακρίνεται η ρηξιγενής ζώνη που διέρχεται ανατολικά του Παλατιού και δημιουργεί το μορφολογικό "δόντι".

ΡΟΔΟΓΡΑΜΜΑ	
ΑΡΙΘΜ.	1



Εικ. 4. Ροδόγραμμα διευθύνσεων των διακλάσεων που μετρήθηκαν στον αρχαιολογικό χώρο του Μυστρά.

#### 4. ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

##### 4.1. ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑ

Ο ευρύτερος χώρος του Μυστρά παρουσιάζει σημαντική σεισμική δραστηριότητα.

Σύμφωνα λοιπόν με τους ΠΑΠΑΖΑΧΟ et al (1989) δίνονται πολλές περιγραφές που αφορούν σεισμούς, οι οποίοι έπληξαν τη στενή αλλά και την ευρύτερη περιοχή της πόλης της Σπάρτης. Οι μεγαλύτεροι σεισμοί που περιγράφονται είναι :

α. **550 π.Χ.**, (Κικέρων, Στράβων, Πλίνιος) κατά τον οποίο "έπεσαν τεράστιες πέτρες από τον Ταύγετο και καταπλάκωσαν σπίτια", και καταστράφηκε εξ ολοκλήρου η Σπάρτη.

β. **492 π.Χ.**, (Πλούταρχος, Γεωργιάδης, Νέγρης) κατά τον οποίο καταστράφηκε η Σπάρτη, ενώ ταυτόχρονα ανατινάχθηκε η κορυφή του Ταυγέτου στην κοιλάδα της Λακωνίας.

γ. **464 π.Χ.**, (Στράβων, Πλούταρχος, Πανσανίας) για τον οποίο αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι "μόνο 5 σπίτια έμειναν όρθια και σκοτώθηκαν περισσότεροι από 20.000 άνθρωποι. Παρατηρήθηκαν ρωγμές στο έδαφος και κατολισθήσεις βράχων από τον Ταύγετο".

δ. **412 π.Χ.**, (Θουκυδίδης) κατά τον οποίο η αρχαία πόλη Σπάρτη υπέστη μεγάλες ζημιές.

ε. **1926, Αυγούστου 30**, 11:38:12, 36.8°N, 23.3°E, h=100km, M=7.2, (VIII, Σπάρτη). Σε αυτό το σεισμό παρατηρήθηκαν καταπτώσεις μεγάλων βράχων στις ανατολικές παρυφές του Ταύγέτου, στις οποίες βρίσκεται και ο αρχαιολογικός χώρος του Μυστρά ενώ προκλήθηκαν μεγάλες καταστροφές σε κτίσματα που βρίσκονται στην πόλη της Σπάρτης και στα γύρω χωριά.

στ. **1927, Ιουλίου 1**, 08:18:54, 36.7°N, 22.7°E, h=80km, M=7.1, Λακωνία (IX, Οίτυλο). Σ' αυτό το σεισμό προκλήθηκαν μεγάλες καταστροφές έως και καθολικές καταρρεύσεις κτισμάτων στην πόλη της Σπάρτης και στα γύρω χωριά.

Εξ άλλου ο ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ (1955) αναφέρει τους παρακάτω σεισμούς:

1. **28 Μαρτίου 1885** σεισμός με ένταση 7 και επίκεντρο το Μυστρά.
2. **27 Αυγούστου 1886** σεισμός με ένταση 7 και επίκεντρο τη Σπάρτη.
3. **6 Σεπτεμβρίου 1887** επίκεντρο Σπάρτη.
4. **30 Ιουλίου 1889** επίκεντρο Σπάρτη.
5. **4 Οκτωβρίου 1889** επίκεντρο Σπάρτη.
6. **15 Μαρτίου 1889** επίκεντρο Σπάρτη.

##### 4.2. ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούν ορισμένα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν τα αποτελέσματα της σεισμικής δραστηριότητας, με αποτέλεσμα, πολλές φορές ν' αυξάνουν τη σεισμική επικινδυνότητα μιας περιοχής.

α. **Τεκτονική (ρήγματα).** Είναι ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει τη διάδοση των σεισμικών κυμάτων και επομένως τις σεισμικές εντάσεις στη μακροσεισμική περιοχή. Φυσικά πολλά από αυτά μπορεί ν' αποτελέσουν δευτερεύουσες σεισμικές εστίες με αποτέλεσμα την τοπική αύξηση της έντασης του σεισμού. Η μετάδοση της σεισμικής ενέργειας φαίνεται να διευκολύνεται σημαντικά παράλληλα προς τη διεύθυνση των ρηγμάτων.

β. **Λιθολογία.** Επηρεάζει σημαντικά τη διάδοση της σεισμικής

ενέργειας και τις σεισμικές εντάσεις. Το πλάτος ταλάντωσης και επομένως η σεισμική επιτάχυνση επηρεάζονται από τις ελαστικές σταθερές των σχηματισμών. Οι ομογενείς και συνεκτικοί σχηματισμοί χαρακτηρίζονται από ικανοποιητική στατική και δυναμική σταθερότητα. Το αντίθετο συμβαίνει με τους χαλαρούς ανομοιογενείς σχηματισμούς (κυρίως Τεταρτογενείς χερσαίες φάσεις).

Προβλήματα σχετικά με τις ανθρώπινες δραστηριότητες και την σεισμικότητα, με αποτέλεσμα τον πτωχό σχεδιασμό από γεωτεχνικής πλευράς, προκαλούν ο μανδύας αποσάθρωσης των υγίων σχηματισμών, τα αλλουβιακά επικαλύμματα μικρού πάχους, η θεμελίωση σε διαφορετικό έδαφος (υγιές πέτρωμα, χαλαρός μανδύας), τα ασύνδετα κορήματα, οι πηλοί και τα ψαθυρά πετρώματα, όπου συνήθως παρατηρείται και τοπική αύξηση της έντασης λόγω δευτερογενών φαινομένων και τέλος τα υπόγεια νερά, η στάθμη των οποίων αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη διαμόρφωση των σεισμικών εντάσεων.

#### 4.3. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΣΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Οι σχηματισμοί της περιοχής μας ανήκουν στις ακόλουθες κατηγορίες (κατά το προσχέδιο ΤΑΣΙΟΥ - ΓΚΑΖΕΤΑ) :

Οι **ασβεστόλιθοι της Τρίπολης** επειδή είναι κατακερματισμένοι από ρήγματα και διακλάσεις δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως βραχώδεις σχηματισμοί και να ανήκουν στην κατηγορία Α. Έτσι λόγω του κατακερματισμού τους μπορούν να χαρακτηριστούν ως χαλαρή βραχομάζα και πρέπει να καταταγούν στην κατηγορία Β1.

Τα **πλευρικά κορήματα** μπορούν να καταταγούν στην κατηγορία Χ5, όχι μόνο λόγω της σύστασής τους αλλά και λόγω των μεγάλων κλίσεων που έχουν τα πρηνή τα οποία καλύπτουν.

### 5. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

#### 5.1. ΥΔΡΟΛΙΘΟΛΟΓΙΑ

Τα ατμοσφαιρικά κατακερματισμένα που πέφτουν στην περιοχή του Μυστρά, είτε ρέουν επιφανειακά προς τα χαμηλότερα σημεία, είτε κατεισδύουν και κινούνται υπόγεια, δια μέσου των γεωλογικών σχηματισμών που έχουν περιγραφεί προηγούμενα.

Η κίνηση του υπογείου νερού ελέγχεται κυρίως από τους πρωτογενείς παράγοντες, δηλαδή την φύση, τη σύσταση και την εσωτερική διάταξη των πετρωμάτων καθώς επίσης και από δευτερογενείς παράγοντες δηλαδή τις ασυνέχειες οι οποίες διακόπτουν την συνέχεια των σχηματισμών.

Σε γενικές γραμμές για κάθε ένα σχηματισμό είναι δυνατόν να λεχθούν τα ακόλουθα:

α. **Πλευρικά κορήματα.** Πρόκειται για σχηματισμούς με γενικά μεγάλη περατότητα, η οποία οφείλεται κυρίως στην φύση, στη μορφή, στο τρόπο σύνδεσής τους και στην καρστικοποίηση που παρουσιάζουν.

β. **Ασβεστόλιθοι - Δολομίτες.** Πρόκειται για σχηματισμούς με σχετικά μεγάλη περατότητα, η οποία οφείλεται κυρίως σε δευτερογενείς παράγοντες (ρήγματα, διακλάσεις, καρστικοποίηση).



γ. **Μεταπηλίτες**. Πρόκειται για σχετικά αδιαπέρατο σχηματισμό ο οποίος όμως είναι δυνατό να παρουσιάζει κάποια μικρή υδροπερατότητα κατά θέσεις και κάτω από ορισμένες συνθήκες λόγω τεκτονικών ασυνεχειών.

## 5.2. Η ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που πέφτουν στην περιοχή όπου εμφανίζονται τα **πλευρικά κορήματα** κυρίως, κατεισδύουν εντός αυτών ενώ μικρό μόνο ποσοστό απορρέει προς τα κατάντη. Το ποσοστό των κατακρημνισμάτων που κατεισδύει εμπλουτίζει το ελεύθερο υδροφόρο ορίζοντα, ο οποίος κυμαίνεται σε διάφορα βάθη, καθώς επηρεάζεται άμεσα από την παρουσία των υποκείμενων ασβεστολίθων - δολομιτών και των μεταπηλιτών. Το ποσοστό που απορρέει τροφοδοτεί κύρια αυτόν το ελεύθερο υδροφόρο ορίζοντα, ενώ μικρό ποσοστό απ' αυτό απορρέει και αυτό λόγω της μεγάλης μορφολογικής κλίσης.

Επίσης το μεγαλύτερο ποσοστό των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων που πέφτουν στην περιοχή όπου εμφανίζονται οι **ασβεστόλιθοι - δολομίτες** κατεισδύει εντός αυτών, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό απορρέει προς τα κατάντη. Το ποσοστό που κατεισδύει κινείται προς τα βαθύτερα σημεία μέχρι να συναντήσει τους μεταπηλίτες και τότε ακολουθεί την επαφή των μεταπηλιτών με τους ασβεστολίθους - δολομίτες.

Τέλος τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα που πέφτουν στην περιοχή εμφάνισης των **μεταπηλιτών** απορρέουν κατά το μεγαλύτερο ποσοστό προς τα κατάντη χωρίς να επηρεάζουν άμεσα τον αρχαιολογικό χώρο.

## 6. ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ - ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΧΩΡΟ

Από την επί τόπου έρευνα στην περιοχή εντοπίστηκαν τα παρακάτω προβλήματα, τα οποία πιστεύουμε, ότι είναι και οι φυσικές αιτίες καταστροφής του αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά:

α) Ο κατακερματισμός της βραχομάζας από το πλήθος των τεκτονικών ασυνεχειών (ρήγματα, διακλάσεις) έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρών τεμαχών με ανεξάρτητη κινηματική συμπεριφορά. Συνέπεια του παραπάνω γεγονότος είναι η καταστροφή κτισμάτων, τα οποία είναι θεμελιωμένα σε δύο τουλάχιστον τεκτονικά τεμάχη.

Στα κτίσματα αυτά παρατηρούνται διαρρήξεις διαφόρων μεγεθών, που τέμνουν ή επηρεάζουν τους δομικούς τους λίθους καθώς επίσης και αποκολλήσεις των τοίχων μεταξύ τους (Εικ. 5, 6).

β) Η συντριπτική πλειοψηφία των οικοδομημάτων, καθώς και τμήματα των τειχών έχουν θεμελιωθεί πάνω σε κατακερματισμένους ασβεστολίθους και παλαιά πλευρικά κορήματα που είναι μεν συνεκτικά αλλά καρστικοποιημένα και διασχίζονται από πλήθος ασυνεχειών.

Τα τελευταία αποτελούνται από ανθρακικές κυρίως λατύπες το μέγεθος των οποίων κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως και αρκετές δεκάδες εκατοστών. Σε αυτά βρίσκουμε και μεγάλους ογκόλιθους.

Η καρστικοποίηση και το πλήθος των ασυνεχειών που διασχίζουν



Εικ. 5. Κατακερματισμός της θεμελίωσης με απομάκρυνση ογκολίθων που έχει οδηγήσει στην έναρξη της κατάρρευσης της ανωδομής.

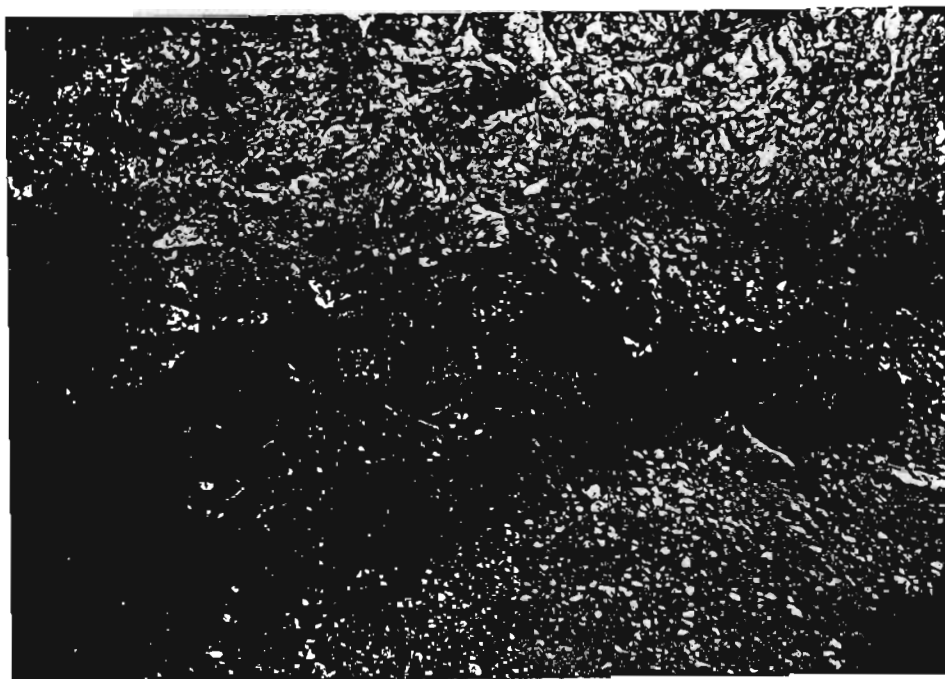


Εικ.6. Παλατάκι. Αποκόλληση τοίχων και διαρρηξεις στην ανωδομή.

τα κορήματα έχουν σαν αποτέλεσμα την εύκολη και συνεχή κατάπτωση (διάβρωση) των λατυπών και των μικροογκολίθων που περιέχουν, με συνέπεια τα κτίσματα που είναι θεμελιωμένα πάνω τους να υφίστανται διαφορετική καθίζηση λόγω απώλειας στήριξης σε τμήματα της θεμελίωσής τους.

Λόγω των παραπάνω αλλά και λόγω της σεισμικής δραστηριότητας στην περιοχή η καταστροφή των κτισμάτων είναι ζήτημα χρόνου (Εικ. 7).

Ελάχιστες φορές οι συνέπειες από τις διαρρήξεις που παρατηρούνται στην ανωδομή, αναστέλλονται από τον προστατευτικό ρόλο που παίζει η βλάστηση, όπως φαίνεται στην Εικ. 8.



Εικ.7. Θεμελίωση κτίσματος πάνω σε κορήματα, στο μονοπάτι από την Πύλη Φρουρίου προς το Κάστρο. Παρατηρείται υπεκσκαφή της θεμελίωσης λόγω διάβρωσης.



Εικ. 8. Κοντά στην Πύλη Ναυπλίου. Διαρρήξεις στην ανωδομή οικοδομήματος και επίδραση της βλάβστησης στην αντιστήριξη.

γ) Εξ αιτίας του κατακερματισμού των ανθρακικών πετρωμάτων εκδηλώνονται έντονες καταπτώσεις τεμαχών ποικίλου μεγέθους, ιδιαίτερα στις περιοχές ρηξιγενών ζωνών.

Αποτέλεσμα των καταπτώσεων είναι η καταστροφή των διαφόρων κτισμάτων από την πρόσπτωση των ογκολίθων πάνω στην τοιχοποιία τους (Εικ. 9).



Εικ. 9. Πύλη της Μονεμβασιάς. Ογκόλιθοι επιρρεπείς σε καταπτώσεις, με άμεση συνέπεια την καταστροφή της πύλης.

δ) Σε πάρα πολλά σημεία του αρχαιολογικού χώρου τα κτίσματα είναι θεμελιωμένα σε πλευρικά κορήματα, στα οποία τα κατευσδύοντα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα εμπλουτίζουν τον υδροφόρο ορίζοντα, που βρίσκεται σε μικρό βάθος.

Ο ορίζοντας αυτός υποβοηθά: ι) στην εκδήλωση επί μέρους φαινομένων ερπυσμού που θα μπορούσαν να εξελιχθούν σε μικρής κλίμακας κατολισθήσεις, με επακόλουθο φαινόμενο τις διαρρήξεις στην τοιχοποιία αλλά και ιι) στην καταστροφή των τοιχογραφιών των ναών λόγω της υγρασίας.

Παράλληλα, η εκδήλωση σεισμικής δραστηριότητας κατά το παρελθόν, είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία και άλλων διαρρήξεων στην τοιχοποιία των κτισμάτων.

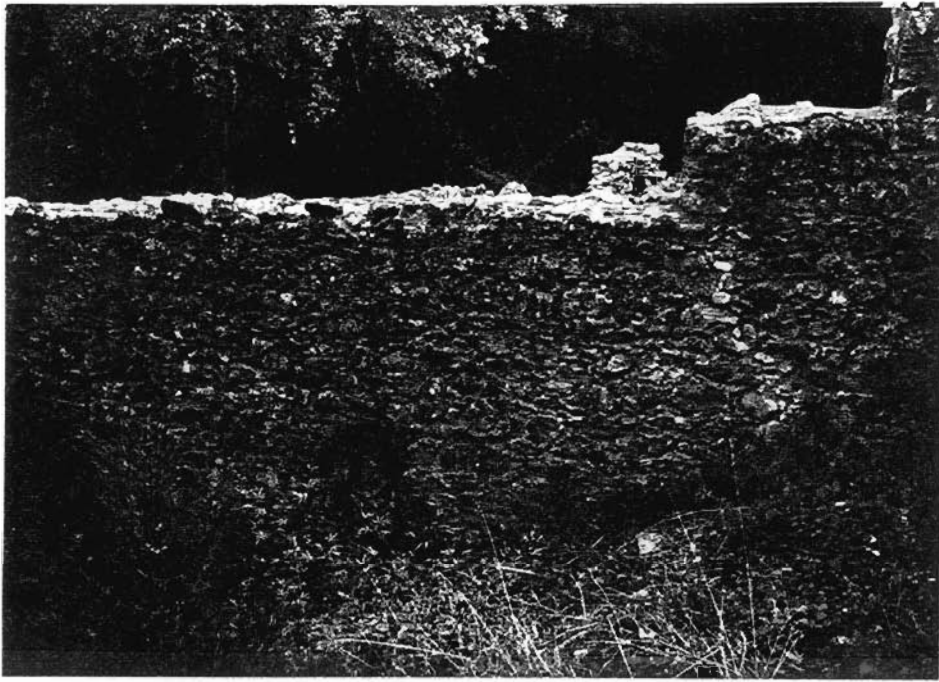
Παρατηρήθηκαν επίσης διαρρήξεις στα πλευρικά κορήματα που η συνέχειά τους έχει πλήξει και την τοιχοποιία και μάλιστα μετά την τελευταία αναστήλωση (Εικ.10, 11), γεγονός που υποδηλώνει ότι το φαινόμενο βρίσκεται σε εξέλιξη.

Εξ'άλλου τα δομικά υλικά παίζουν σημαντικό ρόλο στις καταστροφές της τοιχοποιίας, επειδή είναι ετερογενή και ως εκ τούτου έχουν διαφορετικές ιδιότητες κυρίως στη διάβρωση.

Θα πρέπει να αναφέρουμε, ότι φαινόμενα ερπυσμού, που βρίσκονται σε εξέλιξη παρατηρούνται και στα ανώτερα τμήματα των σχιστολίθων, που είναι αποσαθρωμένα, όπως π.χ. συμβαίνει στο χώρο όπου είναι χτισμένος ο ναός της Αγίας Σοφίας (Εικ.12).



Εικ.10. Διαρρήξεις σε συνεκτικά πλευρικά κορήματα που υπάρχουν στον περίβολο του ναού της Περιβλέπτου.



Εικ.11 Διαρρήξεις πάνω σε τοίχο που έχει αναστηλωθεί πρόσφατα, στον περίβολο του ναού της Περιβλέπτου.



Εικ.12. Αγία Σοφία. Διαρρήξεις σε αναστηλωμένους τοίχους του ναού, που προέρχονται από φαινόμενα ερπυσμού που λαμβάνουν χώρα, λόγω της παρουσίας του αποσπασμένου μανδύα των σχιστολίθων.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Μπορούμε συνοπτικά να πούμε ότι τα προβλήματα στην ευρύτερη περιοχή του Μυστρά εντοπίζονται:

α) Σε ό,τι αφορά το Παλάτι στην υπεκσκαφή των ασβεστολίθων πάνω στους οποίους είναι θεμελιωμένο, ιδιαίτερα κατά μήκος της βόρειας και της ανατολικής πλευράς του οικοδομήματος.

β) Στον κίνδυνο καταστροφής των διαφόρων κτισμάτων που βρίσκονται χαμηλότερα (ιδιαίτερα ο Ναός της Οδηγήτριας) εξ'αιτίας πιθανών καταπτώσεων, φαινόμενο το οποίο θεωρείται σχεδόν βέβαιο σε περίπτωση σεισμού.

γ) Στην διαφορετική κινηματική συμπεριφορά των διαφόρων μπλοκ των ασβεστολίθων εξ'αιτίας των ασυνεχειών σε περίπτωση εκδήλωσης σεισμού.

δ) Σε ό,τι αφορά την Πύλη της Μονεμβασιάς καθώς και το δρόμο που οδηγεί στην Παντάνασσα τα προβλήματα εντοπίζονται κυρίως στην αστάθεια των πρανών.

Για να αντιμετωπισθεί το παραπάνω πρόβλημα θα πρέπει να γίνει, το συντομότερο δυνατό, ορθή αντιστήριξη των πρανών πάνω στα οποία είναι θεμελιωμένα και μεγάλα κτίσματα.

ε) Σε ό,τι αφορά το Παλατάκι το σημαντικότερο πρόβλημα που παρουσιάζει είναι οι διαρρήξεις στην τοιχοποιία οι οποίες στα υψηλότερα σημεία της ανωδομής παρουσιάζουν μεγαλύτερο άνοιγμα απ'ότι στα χαμηλότερα. Το ίδιο φαινόμενο παρουσιάζεται και στην αποκόλληση των δύο τοίχων και συνδέεται με φαινόμενα διαφορετικής καθίζησης ή με στρέψεις των διαφορετικών μπλοκ ασβεστολίθων, όπου είναι θεμελιωμένοι οι δύο τοίχοι. Η διαφορετική κινηματική των δύο μπλοκ μπορεί να συνδέεται με σεισμική δραστηριότητα.

Για να γίνει η όσο το δυνατό αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων προτείνονται να γίνουν οι εξής έρευνες-μελέτες:

α) Λεπτομερής χαρτογράφηση σε κλίμακα 1/500 ή 1/1000 των διαφόρων ασυνεχειών στους ασβεστολίθους, ώστε να καθορισθεί επακριβώς η σχέση μεταξύ τους, κυρίως από άποψη γεωμετρική.

β) Να γίνουν δειγματοληπτικές γεωτρήσεις ώστε να προσδιορισθούν ακριβώς το πάχος των ασβεστολίθων, τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους, καθώς και οι μεγάλες ασυνέχειες. Με τις παραπάνω εργασίες θα είναι δυνατό να γίνουν προτάσεις για την ορθότερη αντιστήριξη των ασβεστολίθων που έχουν υπεκσκαφεί αλλά και να δοθεί λύση στην αντιμετώπιση των καταπτώσεων.

γ) Να γίνουν μικρής έκτασης γεωφυσικές διασκοπήσεις προκειμένου να υπολογισθεί το πάχος των κορημάτων αλλά και η στάθμη του ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα στις θέσεις, όπου πάνω σε αυτά θεμελιώνονται διάφορα οικοδομήματα. Αυτό είναι καθοριστικό διότι η μετακίνηση των ασβεστολιθικών τεμαχών επιταχύνεται με την ύπαρξη υδροφορίας η οποία πρέπει να ληφθεί υπ'όψη κατά την υποστήλωση των θεμελίων των διαφόρων κτισμάτων.

δ) Να γίνουν γεωφυσικές διασκοπήσεις μικρής έκτασης ώστε να

καθοριστεί το πάχος των πλευρικών κορημάτων και το βάθος του ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα ο οποίος υποβοηθά στην εξέλιξη του φαινομένου του ερπυσμού.

## **8. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

Εννολιακά, για την προστασία του Αρχαιολογικού χώρου του Μυστρά, κρίνουμε απαραίτητο:

I. Εκτός από όσα αναφέρονται στις επιμέρους προτάσεις, να γίνουν και οι εξής ερευνητικές εργασίες:

α) Λεπτομερής τοπογράφηση, σε κλίμακα 1/500 ή 1/1000, για ολόκληρο τον Αρχαιολογικό χώρο. Χωρίς το τοπογραφικό αυτό υπόβαθρο είναι πρακτικά αδύνατη κάθε τεχνικογεωλογική μελέτη.

β. Από άποψη ιεράρχησης των ερευνητικών εργασιών κρίνουμε ότι θα πρέπει να ακολουθηθεί η εξής σειρά:

- Μελέτη για την αντιστήριξη - υποστήλωση των τμημάτων στον ευρύτερο χώρο της Πύλης της Μονεμβασίας.
- Μελέτη για την αντιστήριξη - υποστήλωση των ογκολίθων που βρίσκονται σε ασταθή ισορροπία στο ανατολικό κρημνώδες πρηνές του Παλατιού των Παλαιολόγων καθώς και τμημάτων αυτού του ίδιου του πρηνούς.
- Μελέτη για την αντιστήριξη - υποστήλωση του βόρειου τμήματος του τείχους.
- Μελέτη για την κατασκευή τάφρου υδρομάστευσης στον περίβολο του Ναού της Περιβλέπτου.
- Κατασκευή τάφρου απαγωγής των υδάτων στο Ναό των Αγίων Θεοδώρων.

Οι παραπάνω εργασίες πρέπει να γίνουν το συντομότερο δυνατό διότι σε περίπτωση εντόνων βροχοπτώσεων ή και ασθενούς σεισμού είναι βέβαιο ότι θα προκληθούν σοβαρότατες ζημιές σε ορισμένα τουλάχιστον από τα κτίσματα.

II. Να συνταχθεί λεπτομερής τεχνικογεωλογική μελέτη ολόκληρου του Αρχαιολογικού χώρου που θα αποτελέσει το υπόβαθρο για την παραπέρα ιεράρχηση των εργασιών αναστήλωσης και προστασίας του.

## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ - REFERENCES**

ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ, Γ.(1955): Επισμηκή Γεωγραφία της Ελλάδος.  
Ann.Geol.des Pays Hellen. T.VI, p. 83-121.

ΓΑΛΑΝΟΠΟΥΛΟΣ, Γ.(1980): Οι βλαβεροί σεισμοί και το σεισμικό δυναμικό της Ελλάδος. Ann.Geol. des Pays Hellen. 1e serie, T.XXX/2, p. 647-724.

ΛΕΚΚΑΣ, Σ.(1978): Συμβολή εις την Γεωλογική δομή της περιοχής



νοτιοανατολικάς της Τριπόλεως. Διδακτορική διατριβή  
Παν/μίου Αθηνών, 192 σελ.

ΠΑΠΑΖΑΧΟΣ, Β. - ΠΑΠΑΖΑΧΟΥ, Κ.(1989): Οι σεισμοί της Ελλάδας.  
Θεσσαλονίκη.

PHILIPPSON, A.(1892): Der Peloponness Verlag Friedlander. Berlin.

RICHARD, R. - ΦΙΛΙΠΠΑΚΗΣ, Ν.(1969): Φωτογεωλογικός χάρτης της  
Ελλάδος. Φύλλο Σπάρτη, κλίμ. 1:50000 I.G.E.Y., Αθήνα.

RIEDL, H.(1976): Beitrage zur Regionalen Geographie der Beckens  
von Sparta und Seiner Nachbazzahme Verlialthisse.  
Geographisches Institut der Universitat Salzburg, p.  
286-409.

ΣΚΑΡΠΕΛΗΣ, Ν.(1982): Μεταλλογένεση συμπαγών θειούχων  
μεταλλευμάτων και πετρολογία της εξωτερικής μεταμορφικής  
τεκτονικής ζώνης των Ελληνίδων (ΝΑ Πελοπόννησος).  
Διδακτορική διατριβή Παν/μίου Αθηνών, 149 σελ.

ΤΑΡΣΟΥΛΗ, Α.(1971): Κάστρα και πολιτείες του Μοριά. Εκδ.  
Τραπ.Εμπορ. Πίστεως σελ. 373. Αθήνα.

THIEBAULT, F.(1982): L'evolution geodynamique des Hellenides  
externes en Peloponnesse meridional. Publ. Soc. Geol.  
Nord. 6, 574 p.