

# Γεωλογικές - Νεοτεκτονικές συνθήκες και καταστροφικά φαινόμενα στον αρχαιολογικό χώρο της Αρχαίας Θουρίας (ΝΔ Πελοπόννησος)

Λαδάς Ι.<sup>1</sup>, Τρίκολας Κ.<sup>2</sup>, Μαρριολάκος Η.<sup>1</sup>, Αραπογιάννη Ξ.<sup>3</sup> και Σαμπαζιώτης Ε.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Τομέας Δυναμικής, Τεκτονικής, Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 15784, Αθήνα, Ελλάδα, [iladas@geol.uoa.gr](mailto:iladas@geol.uoa.gr), [mariolakos@geol.uoa.gr](mailto:mariolakos@geol.uoa.gr)

<sup>2</sup> Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π. 157 80 Αθήνα, Ελλάδα, [ctgeo@metal.ntua.gr](mailto:ctgeo@metal.ntua.gr)

<sup>3</sup> Ηρώων 115, 241 00 Καλαμάτα, Ελλάδα, [xeniaarapogianni@gmail.com](mailto:xeniaarapogianni@gmail.com)

<sup>4</sup> Δαμοφώντος 6, 24100 Καλαμάτα, Ελλάδα, [esampazi@otenet.gr](mailto:esampazi@otenet.gr)

## Περίληψη

Η Αρχαία Θουρία αποτελούσε μαζί με την Αρχαία Μεσσήνη μια από τις δύο σημαντικότερες πόλεις των Αρχαίων Μεσσηνίων. Είναι χτισμένη πάνω σε μια επιμήκη ράχη, διεύθυνσης Β – Ν με μέγιστο υψόμετρο 200μ, στο δυτικό περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος της Κάτω Μεσσηνίας. Την τελευταία επταετία στις δυτικές υπώρειες της ράχης, στη θέση «Παναγίτσα Αίπειας», διενεργούνται και βρίσκονται σε εξέλιξη αρχαιολογικές ανασκαφικές έρευνες που έχουν φέρει στο φως σημαντικά ευρήματα της αρχαίας πόλης (ασκληπιείο, ναοί κ.α.).

Στα ανάντη πρηνή στη θέση «Παναγίτσα Αίπειας», παρατηρούνται εκτεταμένες καταπτώσεις μεγάλων τεμαχών από ψαμμιτοκροκαλοπαγή τα οποία, όπως διαπιστώθηκε και κατά την ανασκαφή, είχαν προκαλέσει καταστροφές στα κτίρια της αρχαίας πόλης. Τα φαινόμενα αυτά, που έχουν διαμορφώσει σε σημαντικό βαθμό τη μορφή του αναγλύφου των πρηνών, είναι και σήμερα ενεργά δυσχεραίνοντας τις ανασκαφικές εργασίες.

Στη παρούσα εργασία γίνεται η περιγραφή των γεωλογικών και νεοτεκτονικών χαρακτηριστικών της στενής περιοχής του αρχαιολογικού χώρου της Αρχαίας Θουρίας και η συσχέτισή τους με τη νεοτεκτονική δομή της ευρύτερης περιοχής, προτείνοντας μια πιθανή αιτία για την καταστροφή και εγκατάλειψη του Ασκληπιείου της αρχαίας πόλης.

**Λέξεις κλειδιά:** Αρχαία Θουρία, Μεσσηνία, αρχαιολογικός χώρος, καταπτώσεις βράχων

## Geological – neotectonic conditions and destructive phenomena at the archeological site of Ancient Thouria (SW Peloponnese, Greece)

Ladas I.<sup>1</sup>, Trikolos K.<sup>2</sup>, Mariolakos I.<sup>1</sup>, Arapogianni X.<sup>3</sup> and Sabaziotis E.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Dynamic, Tectonic and Applied Geology, Faculty of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens, 15784, Athens, Greece, [iladas@geol.uoa.gr](mailto:iladas@geol.uoa.gr), [mariolakos@geol.uoa.gr](mailto:mariolakos@geol.uoa.gr)

<sup>2</sup> Department of Geological Sciences, School of Metallurgical Engineering, NTUA, Athens 15780, Greece, [ctgeo@metal.ntua.gr](mailto:ctgeo@metal.ntua.gr)

<sup>3</sup> Heroon 115, 24100 Kalamata, Greece, [xeniaarapogianni@gmail.com](mailto:xeniaarapogianni@gmail.com)

<sup>4</sup> Damofontos 6, 24100 Kalamata, Greece, [esampazi@otenet.gr](mailto:esampazi@otenet.gr)

## Abstract

The aim of this paper is to describe the general geological and tectonic characteristics of the archaeological site of Ancient Thouria in correlation with the neotectonic pattern of the major area suggesting a possible cause for the destruction and abandonment of the ancient city.

The ruins of the ancient city are located on an elongated ridge, with direction N-S, located approximately 10 km NW of the city of Kalamata. This ridge comprises several hilltops with an increasing elevation from south to north reaching maximum 200m. It is located at the eastern margin of the neotectonic basin of Lower Messinia, along the marginal fault zone that separates the plain from the mountainous area of northern Taygetos.

Ancient Thouria is considered, together with Ancient Messene, as one of the two most significant cities of the ancient Messinians. The location of the ancient city dominates across the fertile plain of Kato Messinia offering a unique view over the surrounding area. This site has been inhabited since the 3rd millennium BC and during the Mycenaean era (1600-1050 BC) was grown in a significant settlement, as indicated by the extended Mycenaean cemetery with chambered tombs and a large tholos tomb with numerous findings. The archaeological site extends over a wide area on the various planation surfaces of the hilltops, on terraces over the hillsides and at the western foothill of the ridge. In the last seven years ongoing archaeological excavations, taking place at the western foothill of the ridge, have brought to light important buildings of the ancient city, (Asklepieion, temples, etc).

The geological formations of the study area can be divided into alpine and post alpine ones. The alpine formations consist of thick-bedded limestones of Tripolis unit outcropping eastwards at the mountainous area of Taygetos. The post alpine formations consist of marls and conglomerates. They constitute the bedrock of the ridge on which Ancient Thouria is built. The conglomerates, of inshore phase, construct the upper part of the ridge but individual lenses and sheets can also be observed as intercalations inside the underlying marls.

Along the steep slopes of the ridge, parallel to the marginal fault zone, extensive rock falls of large blocks of conglomerates can be observed. Numerous fallen conglomerate bodies were also found during the excavations covering the ruins of the ancient city. These phenomena are seriously active today as large blocks of conglomerates are still falling inside the excavation site after heavy rainfalls. The unstable conditions of the bedrock are attributed to the differential erosion of overlying cohesive conglomerates and the underlying friable marls in conjunction with the steep natural slopes. In such conditions major seismic events can trigger extensive rock falls which must have caused remarkable damages to the ancient city as indicated by the archaeological excavations.

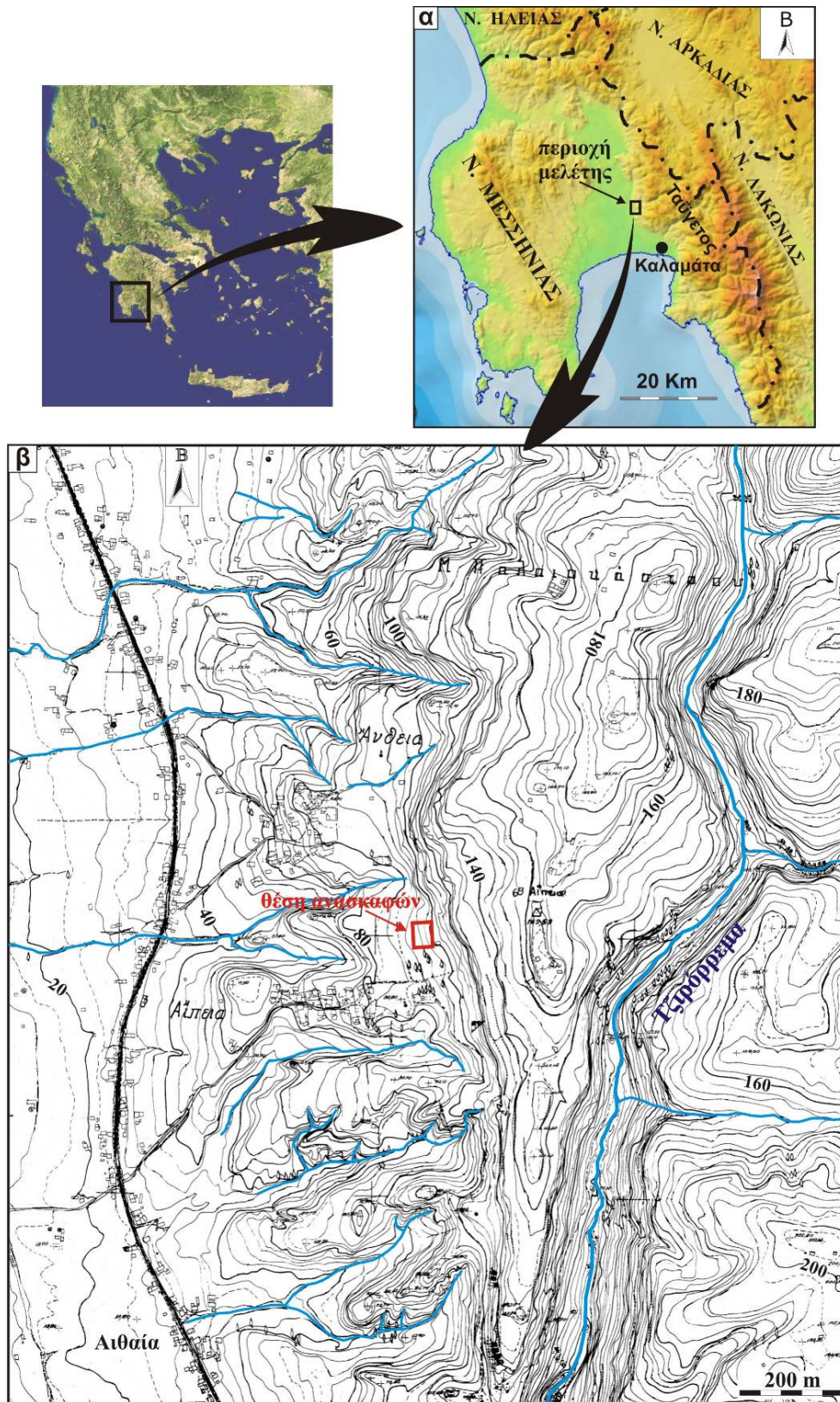
**Key words:** Ancient Thouria, Messinia, archeological site, rockfalls

## 1. Εισαγωγή

Η Αρχαία Θουρία εντοπίζεται σε μια επιμήκη ράχη διεύθυνσης σχεδόν Β – Ν στο ανατολικό περιθώριο της πεδιάδας της Κάτω Μεσσηνίας σε απόσταση 10χλμ περίπου ΒΔ της πόλης της Καλαμάτας (Εικ. 1). Η περιοχή αυτή είναι σεισμικά πολλή ενεργή καθώς αποτελεί ένα τμήμα της ηπειρωτικής Ελλάδας που απέχει λίγες μόνο δεκάδες χιλιόμετρα από την Ελληνική Τάφρο και παρουσιάζει σύνθετη νεοτεκτονική δομή με την ύπαρξη πολλών επιμέρους μορφοτεκτονικών δομών που διαχωρίζονται από μεγάλες ενεργές ρηξιγενείς ζώνες (Mariolakos et al. 1995, Fountoulis et al. 2014).

Ο αρχαιολογικός χώρος εκτείνεται σε μια ευρεία έκταση επάνω και στα πρηνή της επιμήκους ράχης, καθώς και στις δυτικές υπώρειες της. Η στρατηγική αυτή θέση, που δεσπόζει σε ολόκληρη την εύφορη πεδιάδα της Κάτω Μεσσηνίας κατοικήθηκε ήδη από την Προϊστορική εποχή και αποτέλεσε σημαντικό κέντρο κατά τη Μυκηναϊκή περίοδο όπως μαρτυρούν τα πλούσια αρχαιολογικά ευρήματα από τους πολυπληθείς θαλαμωτούς και το μεγάλο θολωτό

τάφο αυτής της περιόδου. Μεταγενέστερα αποτελούσε μαζί με την Αρχαία Μεσσήνη μια από τις δύο σημαντικότερες πόλεις των Αρχαίων Μεσσηνίων.



Εικ. 1. (α) Η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης ΒΔ της Καλαμάτας στο ανατολικό περιθώριο της πεδιάδας της Κάτω Μεσσηνίας. (β) Τοπογραφικός χάρτης της στενής περιοχής του αρχαιολογικού χώρου της Αρχαίας Θουρίας.

Η επιμήκης ράχη της Αρχαίας Θουρίας περιλαμβάνει επιμέρους κορυφές λόφων πάνω στις οποίες δημιουργούνται μικρές επιφάνειες επιπέδωσης. Τα υψόμετρα των κορυφών αυξάνονται από νότο προς βορρά φθάνοντας τα 200μ περίπου στην περιοχή όπου εντοπίζεται και το τοίχος της αρχαίας πόλης. Η ράχη αυτή οριοθετείται προς τα ανατολικά από την απότομη κοιλάδα (φαράγγι) του Τζιρορρέματος όπου παρατηρείται έντονη κατά βάθος διάβρωση (Εικ. 1). Προς αυτήν την πλευρά τα φυσικά πρηνή τις περιοχής παρουσιάζουν πολύ έντονες μορφολογικές κλίσεις που ξεπερνούν το 100%.

Προς τα δυτικά η επιμήκη ράχη μεταβαίνει σταδιακά στην πεδινή έκταση της Κάτω Μεσσηνίας. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε αυτήν την πλευρά, παρατηρείται μια μεγάλη επιφάνεια επιπέδωσης λόγω διάβρωσης, ανάμεσα στα 80-100μ υψόμετρο με κλίση προς τα δυτικά, στην περιοχή όπου έχουν θεμελιωθεί και αρκετές κατοικίες των οικισμών Άνθεια και Αίπεια (Εικ. 1). Στα ανάντη αυτής της επιφάνειας επιπέδωσης παρατηρείται απότομη αύξηση των μορφολογικών κλίσεων, που ξεπερνούν το 100%, με κατά τόπους δημιουργία απότομων κρημνών. Επιφανειακά σήμερα, ολόκληρη σχεδόν η έκταση της ράχης, εκτός από τις πολύ απόκρημνες περιοχές, καλύπτεται από ελαιώνες, που αναπτύσσονται σε αναβαθμίδες, η εντατική καλλιέργεια των οποίων θεωρείται ότι έχει επιφέρει σημαντικές καταστροφές στα θαμμένα ερείπια της αρχαίας πόλης.

Η ανασκαφή της Αρχαίας Θουρίας στη θέση «Παναγίτσα», πάνω στην επιφάνεια επιπέδωσης στη δυτική πλευρά της ράχης, ξεκίνησε το 2007 υπό τη διεύθυνση της τότε Προϊσταμένης της ΛΗ' Ε.Π.Κ.Α. Μεσσηνίας Δρος Ξένης Αραπογιάννη και συνεχίστηκε και τα επόμενα έτη μέχρι σήμερα. Από το 2009 η ανασκαφή έχει γίνει συστηματική, υπό την αιγίδα της Εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας. Οι αρχαιολογικές ανασκαφικές έρευνες έχουν φέρει στο φως σημαντικά ευρήματα της αρχαίας πόλης (ασκληπιείο, ναούς). Ο χώρος των ανασκαφών οριοθετείται προς τα δυτικά από έναν μεγάλο αναλημματικό τοίχο που συγκρατεί ένα μεγάλο Άνδηρο, που καταλαμβάνει έκταση 600 τ.μ. περίπου. Το άνδηρο αυτό, μέσα στο οποίο έχουν βρεθεί οι ναοί της αρχαίας πόλης, φθάνει προς τα ανατολικά μέχρι τη βάση των απότομων πρηνών της δυτικής πλευράς της ράχης (Εικ. 1).

Κατά τη διάρκεια των ανασκαφών διαπιστώθηκε ότι τα ερείπια της Αρχαίας πόλης είχαν θαφτεί κάτω από υλικά που περιείχαν πάρα πολλά μεγάλα γωνιώδη τεμάχια ψαμμιτοκροκαλοπαγών (Εικ. 6), η απομάκρυνση των οποίων δυσκόλεψε πολύ τις ανασκαφικές εργασίες. Τα εκτεταμένα αυτά φαινόμενα καταπτώσεων ογκολίθων είχαν, κατά την αρχαιότητα, προκαλέσει σημαντικές καταστροφές στα κτίρια της πόλης και πιθανά αποτέλεσαν και την αιτία για την εγκατάλειψη του συγκεκριμένου χώρου κατοίκησης. Η πτώση αντίστοιχων ογκωδών μαζών παρατηρείται και σήμερα δυσκολεύοντας τις ανασκαφικές εργασίες (Εικ. 7).

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζεται η γεωλογική και νεοτεκτονική δομή της στενής και ευρύτερης περιοχής της Αρχαίας Θουρίας, περιγράφεται συνοπτικά η ιστορία της Αρχαίας πόλης και οι αρχαιολογικές ανασκαφές που βρίσκονται σε εξέλιξη, αναλύεται ο μηχανισμός δημιουργίας των καταστροφικών φαινομένων που έπληξαν τον αρχαιολογικό χώρο και προτείνεται μια πιθανή αιτία για την καταστροφή και εγκατάλειψη του συγκεκριμένου τμήματος της αρχαίας πόλης.

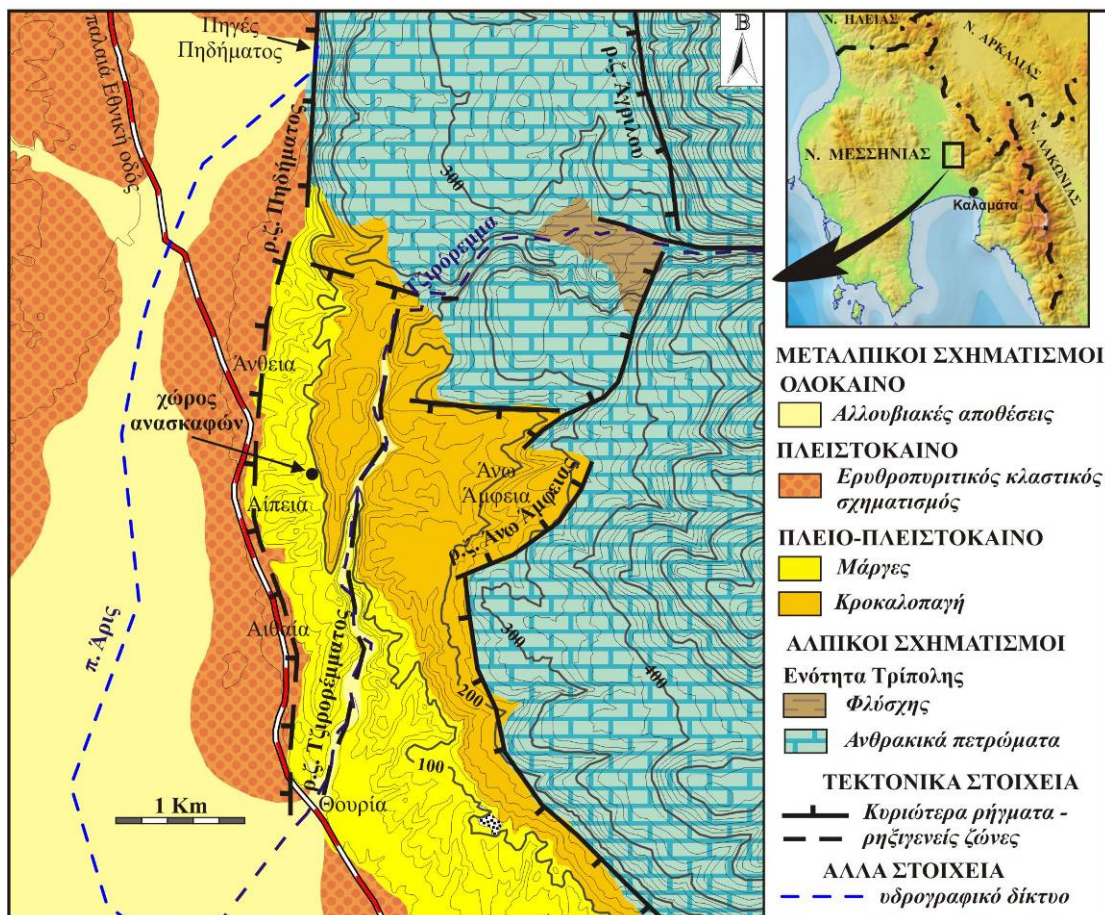
## **2. Γεωλογία**

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής μελέτης διακρίνονται σε αλπικούς και μεταλπικούς. Οι αλπικοί σχηματισμοί συνίστανται από κρητιδικούς ασβεστόλιθους που ανήκουν στην ανθρακική σειρά της ενότητας Τρίπολης (Ψώνης 1986). Οι ασβεστόλιθοι αυτοί παρουσιάζονται μεσοστρωματώδεις έως άστρωτοι και κατά θέσεις λίγο ή πολύ

δολομιτωμένοι. Είναι καρστικοποιημένοι τόσο επιφανειακά, όπως αποδεικνύεται από την παρουσία εκτεταμένων καρστικών πεδίων, όσο και σε βάθος όπως εξακριβώθηκε από τη διάνοιξη υδρογεωτρήσεων. Στη στενή περιοχή μελέτης εμφανίζονται επιφανειακά μόνο μέσα στην απότομη κοιλάδα του Τζιρορρέματος αλλά ανατολικότερα παρουσιάζουν σημαντική επιφανειακή εξάπλωση δομώντας το ορεινό τμήμα ανατολικά της πεδιάδας της Κάτω Μεσσηνίας.

Οι μεταλλικές αποθέσεις διακρίνονται, με κριτήρια τη φάση και την ηλικία των ιζημάτων, σε: i) θαλάσσιους Πλειο-Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς, ii) χερσαίους Πλειστοκαινικούς σχηματισμούς και iii) Ολοκαινικούς σχηματισμούς (Mariolakos et al. 1993, 1998).

Οι θαλάσσιες αποθέσεις αποτελούνται lithολογικά από μάργες, άμμους, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή. Το μέγεθος των κόκκων του κλαστικού υλικού εξαρτάται από την απόσταση της περιοχής ιζηματογένεσης από την παλαιοακτή. Στα περιθώρια της λεκάνης, κοντά στο αλπικό υπόβαθρο, κυριαρχούν τα κροκαλοπαγή ενώ όσο απομακρυνόμαστε προς το εσωτερικό της, μεταβαίνουμε σε άμμους και μάργες. Η ηλικία των σχηματισμών αυτών αντιπροσωπεύεται από το Ανώτερο Πλειόκαινο και το κατώτερο Πλειστόκαινο (Μαρκοπούλου – Διακαντώνη 1988, Mariolakos et al. 1993, 1998). Αποτελούν δε το υπόβαθρο των νεώτερων χερσαίων αποθέσεων και των αλλουβιακών προσχώσεων της πεδινής περιοχής.



Εικ. 2. Απλοποιημένος γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης.

Η επιμήκης ράχη πάνω στην οποία εντοπίζεται ο αρχαιολογικός χώρος της Αρχαίας Θουρίας δομείται από θαλάσσιους σχηματισμούς και συγκεκριμένα από αργιλούχες έως αμμούχες μάργες και ψαμμιτοκροκαλοπαγή. Οι μαργαϊκές αποθέσεις, έχουν μέτριο βαθμό

συνεκτικότητας και οι στρώσεις, όπου είναι δυνατόν να προσδιοριστούν, δείχνουν μια γενική κλίση προς τα ΔΝΔ. Κυριαρχούν στο κατώτερο τμήμα της ράχης μέχρι το υψόμετρο των 100μ περίπου ενώ στο ανώτερο τμήμα της ράχης παρατηρούνται συνεχείς εναλλαγές μαργών και ψαμμιτοκροκαλοπαγών.

Τα ψαμμιτοκροκαλοπαγή είναι παράκτιας φάσης αρκετά συνεκτικά και περιέχουν κροκάλες με διάμετρο μέχρι 15εκ, που προέρχονται από ασβεστόλιθους, σχιστόλιθους, χαλαζίτες, ραδιολαρίτες και φλύσχη (Mariolakos et al. 1993, 1998). Τα ποσοστά συμμετοχής της κάθε λιθολογίας μεταβάλλονται χωρίς να παρουσιάζουν μια συγκεκριμένη κανονικότητα. Η μεγαλύτερη αντίσταση στη διάβρωση που παρουσιάζουν τα ψαμμιτοκροκαλοπαγή σε σχέση με τις μάργες, αλλά και η επίδραση του ρηξιγενή τεκτονισμού σε ορισμένες θέσεις, έχει οδηγήσει στη δημιουργία απότομων κρημνών με τα ψαμμιτοκροκαλοπαγή να προεξέχουν πάνω από τα λιγότερο συνεκτικά πετρώματα (Εικ. 9).

Επειδή η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο περιθώριο της λεκάνης, παρουσίαζε έντονη κινητικότητα, με ανοδικές και καθοδικές κινήσεις, που οδηγούσαν σε μεταβολές τις θαλάσσιες ιζηματογένεσης ανάλογα με την απόσταση από την παλαιοακτή. Ανατολικότερα της περιοχής μελέτης στην περιοχή της Άνω Άμφειας υπολείμματα των θαλάσσιων αποθέσεων παρατηρούνται μέχρι τα 460μ, (Μαρκοπούλου-Διακαντώνη κ.α. 1988). Η εμφάνιση των Πλειστοκαινικών ιζημάτων σε τέτοιο μεγάλο υψόμετρο αποδεικνύει τον πολύ ενεργό τεκτονισμό της περιοχής και την πολύ έντονη ανύψωση που έχει υποστεί.

Οι χερσαίες αποθέσεις έχουν αποτεθεί ασύμφωνα πάνω στους αρχαιότερους θαλάσσιους σχηματισμούς. Συνίστανται αποκλειστικά από πυριτικά στοιχεία ποικίλων διαστάσεων (ερυθρές άμμους, πηλούς, ψαμμίτες και κροκαλοπαγή) που εντάσσονται στον ερυθροπυριτικό κλαστικό σχηματισμό. Η δημιουργία τους οφείλεται στη διάλυση και αποσάθρωση των πολύμικτων κροκαλοπαγών. Η έναρξη απόθεσης του σχηματισμού αυτού τοποθετείται στο Μέσο Πλειστόκαινο καθώς σχετίζεται με τις κατακόρυφες ανοδικές κινήσεις που υπέστη η περιοχή και είχαν σαν αποτέλεσμα τη χέρσευσή της (Fountoulis et al. 2014). Στη στενή περιοχή μελέτης ο ερυθροπυριτικός κλαστικός σχηματισμός παρατηρείται σε υψόμετρα μικρότερα από 30μ στις δυτικές υπώρειες της επιμήκους ράχης.

Οι νεώτερες αποθέσεις Ολοκαινικής ηλικίας αντιπροσωπεύονται από αλλουβία και κορήματα. Οι αλλουβιακές αποθέσεις αποτελούμενοι κυρίως από χαλίκια, χονδρόκοκκους η λεπτόκοκκους άμμους και αργίλους. Πρόκειται για χαλαρούς σχηματισμούς, ποταμοχειμάρριας προέλευσης, με ποικίλη λιθολογική και κοκκομετρική σύνθεση. Στη στενή περιοχή μελέτης παρατηρούνται μέσα στην κοίτη του Τζιρορρέματος και στην πεδινή έκταση της Κάτω Μεσσηνίας όπου επιφανειακά καλύπτονται από ένα λεπτό εδαφικό μανδύα.

### **3. Νεοτεκτονική δομή**

Η νεοτεκτονική μακροδομή της ΝΔ Πελοποννήσου χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή διαδοχικών τεκτονικών βυθισμάτων και κεράτων που οριοθετούνται από μεγάλες ρηξιγενείς ζώνες με διευθύνσεις ΒΒΔ-ΝΝΑ και Α-Δ, (Εικ. 3). Τόσο μέσα στο εσωτερικό, όσο και στα περιθώρια αυτών των μακροδομών, αναπτύσσονται μικρότερης τάξης τεκτονικά βυθίσματα και κέρατα που παρουσιάζουν διάφορες διευθύνσεις. Κάθε μια από αυτές τις δομές έχει κατά τη νεοτεκτονική περίοδο τη δική της ξεχωριστή παλαιογεωγραφική και παλαιογεωδυναμική εξέλιξη, που καθορίζεται κυρίως από το είδος και το βαθμό της κινηματικής δραστηριότητας των ρηξιγενών ζωνών που την οριοθετούν στις διάφορες χρονικές περιόδους (Mariolakos et al. 1995, Fountoulis et al. 2014). Κάθε ένα επίσης από τα ρηξιτεμάχη αυτά παρουσιάζει διαφορετική σεισμική συμπεριφορά. Έτσι άλλα ρηξιτεμάχη σε κάποιο σεισμό παρουσιάζουν

έντονη σεισμική δραστηριότητα και άλλα εμφανίζονται σαν ανενεργά όπως συνέβη και στον σεισμό (13-9-1986) της Καλαμάτας (Μαριολάκος κ.α. 1987).

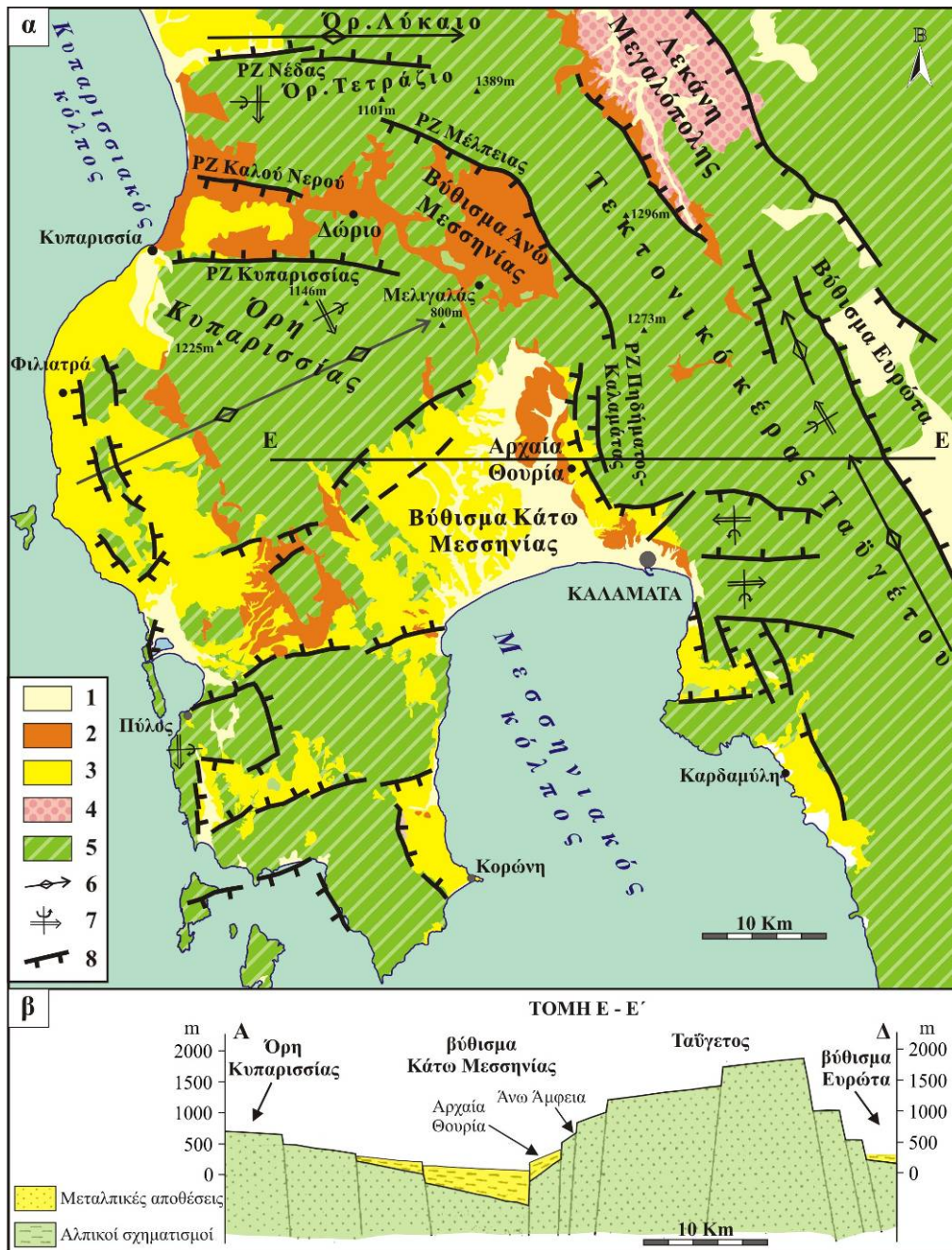
Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο ανατολικό περιθώριο του τεκτονικού βυθίσματος της Κάτω Μεσσηνίας το οποίο αποτελεί την προέκταση προς βορρά του Μεσσηνιακού κόλπου. Το βύθισμα αυτό αντιπροσωπεύει μια 2<sup>ης</sup> τάξης νεοτεκτονική μακροδομή μέσα στο μεγάλο νεοτεκτονικό βύθισμα Καλαμάτας – Κυπαρισσίας (Μαριολάκος κ.α. 1987, Mariolakos et al. 1995). Παρουσιάζει μια ασυμμετρία με το ανατολικό του περιθώριο να είναι τεκτονικά πολύ ενεργό, σε αντίθεση με το δυτικό και να χαρακτηρίζεται από πολύ απότομα πρανή και από την ύπαρξη μερικών μικρών αλλουβιακών ριπιδίων.

Στα ανατολικά το τεκτονικό βύθισμα της Κάτω Μεσσηνίας διαχωρίζεται από το μεγάλο τεκτονικό κέρασ του Ταυγέτου με μια σύνθετη ρηξιγενή ζώνη, ΒΒΔ-ΝΝΑ διεύθυνσης, που αποτελείται από παράλληλα μεγάλα ρήγματα με κλιμακωτή διάταξη (Εικ. 3). Ανάμεσα στα μεγάλα αυτά ρήγματα αναπτύσσεται ένας μικρότερος αριθμός ρηγμάτων με διεύθυνση είτε παράλληλη είτε εγκάρσια προς τα προηγούμενα που τεμαχίζουν την περιοχή σε μικρότερα ρηξιτεμάχη. Η κλιμακωτή (en echelon) διάταξη που παρουσιάζουν τα μεγάλα περιθωριακά ρήγματα μας δείχνει ότι η ολίσθηση των τεμαχίων δεν έχει γίνει αποκλειστικά κατά κλίση αλλά παρουσιάζει και οριζόντια συνιστώσα, έχουμε δηλαδή ρήγματα με πλάγια ολίσθηση (Μαριολάκος κ.α. 1987).

Η Αρχαία Θουρία είναι χτισμένη πάνω στην περιθωριακή αυτή ρηξιγενή ζώνη που διαχωρίζει το τεκτονικό βύθισμα της Κάτω Μεσσηνίας από το τεκτονικό κέρασ του Ταυγέτου, (Εικ. 3). Η ρηξιγενής αυτή ζώνη δημιουργεί έντονες μορφολογικές ασυνέχειες οριοθετώντας τους ασβεστόλιθους της ενότητας Τρίπολης από τις μεταλλικές αποθέσεις. Θεωρείται ότι είναι ενεργή όπως αποδεικνύεται από πρόσφατες σεισμολογικές έρευνες, (Paparouli et al. 2004), αλλά και την επαναδραστηριοποίηση της βόρειας προέκτασής της κατά την εκδήλωση των σημαντικών του 2011 στην περιοχή της λεκάνης της Άνω Μεσσηνίας (Ganas et al. 2012, Chouliaras et al. 2013, Kassaras et al. 2014).

Τα κυριότερα ρήγματα – ρηξιγενείς ζώνες που εντοπίζονται στην περιοχή του αρχαιολογικού χώρου είναι το ρήγμα του Πηδήματος, η ρηξιγενής ζώνη του Τζιρορρέματος και το ρήγμα της Άνω Άμφειας (Εικ. 2). Στο ρήγμα του Πηδήματος, που δημιουργεί απότομο κρημνό στην περιοχή νότια του ομώνυμο οικισμού, το άνω τέμαχος έχει βυθιστεί περισσότερο από 200μ. όπως έχει εξακριβωθεί από ανορυχθείσες γεωτρήσεις. Από την περιοχή μελέτης διέρχεται η προέκτασή του, που οριοθετεί προς τα δυτικά τη ράχη της Αρχαίας Θουρίας διαχωρίζοντας την πεδινή από τη λοφώδη περιοχή στο ανατολικό περιθώριο της Κάτω Μεσσηνίας. Προς τα ανατολικά η ράχη τεκτονικά οριοθετείται από τη ρηξιγενή ζώνη του Τζιρορρέματος η οποία έχει διαμορφώσει τη ροή του ομώνυμου χειμάρρου. Είναι χαρακτηριστικό ότι στην ορεινή περιοχή του Ταυγέτου το Τζιρόρρεμα απορρέει από τα ΒΑ προς τα ΝΔ και λίγες εκατοντάδες μέτρα πριν εισέρθει στην πεδιάδα της Κάτω Μεσσηνίας στρέφεται σε διεύθυνση Β – Ν. Το ρήγμα της Άνω Άμφειας διαχωρίζει ανατολικότερα τους ασβεστόλιθους της ενότητας Τρίπολης από τις μεταλλικές αποθέσεις.

Η κινηματική εξέλιξη των επιμέρους νεοτεκτονικών μακροδομών είναι αρκετά σύνθετη καθώς παρατηρούνται περιστροφές γύρω από οριζόντιους άξονες (Mariolakos & Fountoulis 1994). Ο Ταυγέτος θεωρείται ότι έχει περιστραφεί προς τα ΒΒΔ γύρω από οριζόντιο άξονα ΑΝΑ-ΔΒΔ διεύθυνσης, καθώς στο ανατολικό περιθώριο της λεκάνης της Κάτω Μεσσηνίας, οι υπολειμματικές εμφανίσεις των θαλάσσιων αποθέσεων παρατηρούνται σε μεγαλύτερα υψόμετρα προχωρώντας από νότο προς βορρά (Mariolakos & Fountoulis 1994).



Εικ. 3. (α) Νεοτεκτονικός χάρτης της ΝΔ Πελοποννήσου, 1: Ολοκαινικοί σχηματισμοί, 2: χερσαίοι σχηματισμοί, 3: Θαλάσσιοι σχηματισμοί, 4: λιμναίοι σχηματισμοί, 5: προνεογενείς σχηματισμοί, 6: άξονες μακροπτυχών, 7: άξονες περιστροφής, 8: ρηξιγενείς ζώνες (τα δοντάκια προς το κατερχόμενο τέμαχος). (β) Σχηματική γεωλογική τομή, σε διεύθυνση Α-Δ, εγκάρσια στις ενεργές μακροδομές τις ΝΔ Πελοποννήσου που διέρχεται από τη θέση μελέτης (τροποποιημένη από Mariolakos et al. 1994).

Κατά την περίοδο (Μέσο Πλειόκαινο – Κατώτερο Πλειστόκαινο), έχουμε καταβύθιση της ευρύτερης περιοχής μελέτης που επέτρεψε τη σταδιακή επίκλυση της θάλασσας και την απόθεση των μεταλλικών ιζημάτων στη λεκάνη της Κάτω Μεσσηνίας καλύπτοντας εν μέρει τα ρήγματα που καθορίζουν το Ανατολικό της περιθώριο. Στο τέλος του Κατ. Πλειστοκαινού το καθεστώς βύθισης, που επικρατούσε την προηγούμενη περίοδο, έδωσε τη θέση του σε ένα καθεστώς ανύψωσης, (Fountoulis et al. 2014), που οδήγησε στη σταδιακή ανύψωση της

περιοχής και στην απόσυρση της θάλασσας από μεγάλα τμήματα των τεκτονικών βυθισμάτων, έτσι ώστε σήμερα τα θαλάσσια πλειστοκαινικά ιζήματα να παρατηρούνται ανυψωμένα σε υψόμετρα έως 360μ., (Μαρκοπούλου-Διακαντώνη κ.α. 1988). Τα υπολείμματα δε αυτών έχουν φτάσει μέχρι τα 460μ στην Άνω Άμφεια.

Η ανύψωση της περιοχής συνοδεύτηκε με τη δημιουργία νέων ή την ενεργοποίηση παλαιότερων ρηγμάτων. Το ρήγμα του Πηδήματος θεωρείται ότι έχει δημιουργηθεί σε αυτή τη φάση τεκτονισμού. Κατά μήκος των ιχνών των περισσότερων ρηγμάτων της περιθωριακής ζώνης παρατηρούνται μυλονίτες και κορήματα, κάτι που συνηγορεί στο γεγονός ότι αυτά είναι ενεργά, ενώ πολλές φορές συνδέονται και με καρστικοποίηση (Σαμπαζιώτης 2005).

#### **4. Ανασκαφές στην Αρχαία Θουρία**

Η αρχαία Θουρία ως «περίοικος» πόλη (δηλαδή πόλη που ανήκε στην επικράτεια των Λακεδαιμονίων), διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στη Μεσσηνία αφού υπήρξε η σημαντικότερη πόλη της δυτικής Μεσσηνίας και η δεύτερη σε δύναμη πόλη μετά το 369 π.Χ. όταν ιδρύθηκε η Μεσσήνη. Γι αυτό και η θάλασσα από την Αβία και τις Φαρές μέχρι τις εκβολές του Παμίσου ποταμού ονομαζόταν «Θουριάτης κόλπος».

Τα ερείπια της αρχαίας πόλης εντοπίζονται σε επιμήκη ράχη, διεύθυνσης Β – Ν, που βρίσκεται σε απόσταση περίπου 10 χλμ. βορειοδυτικά της Καλαμάτας, στη δυτική πλευρά της παλιάς Ε.Ο. Καλαμάτας – Τρίπολης. Η θέση έχει ταυτιστεί από επιγραφικά ευρήματα που αναφέρουν το όνομα της αρχαίας πόλης, ενώ κατά τον Πausανία (4.31.1-2), ο οποίος έχει δώσει μια σύντομη περιγραφή της Θουρίας, εδώ βρισκόταν η ομηρική *Ανθεια*

Σύμφωνα με απόψεις νεότερων μελετητών η θέση ταυτίζεται με το *Λεύκτρον* που υπήρξε ισχυρότατο μυκηναϊκό κέντρο στην ευρύτερη περιοχή της επικράτειας του Νέστορος και αναφέρεται στις πινακίδες της Γραμμικής γραφής Β του Ανακτόρου της Πύλου.

Στο βόρειο άκρο του υψώματος, όπου τοποθετείται η αρχαία ακρόπολη, υπάρχει ορατό τμήμα του αρχαίου τείχους του 4<sup>ου</sup> αι. π.Χ., κτισμένο με επιμέλεια κατά το ισοδομικό σύστημα ενώ σε όλη την έκταση του υψώματος όπου βρισκόταν η αρχαία πόλη υπάρχουν τμήματα τοίχων και πλήθος λιθοπλίνθων εντοιχισμένων σε β' χρήση στις σύγχρονες ξερολιθιές καθώς και πληθώρα διάσπαρτων τμημάτων ραβδωτών κίωνων, που προέρχονται από δημόσια οικοδομήματα. Η πόλη πρέπει να διέθετε Θέατρο και Γυμνάσιο, τα οποία δεν έχουν ακόμη εντοπιστεί ενώ μεγάλη ορθογώνια δεξαμενή νερού είναι ορατή στη δυτική πλευρά του υψώματος κάτω από την ακρόπολη.

Σαφή λείψανα κατοίκησης της εποχής του Χαλκού (3<sup>η</sup> χιλιετία π.Χ.) και των Μυκηναϊκών χρόνων (1600-1050 π.Χ.) έχουν εντοπιστεί στις τρεις χαμηλές κορυφές που σχηματίζονται στο νότιο άκρο της ράχης, στη θέση «Ελληνικά», όπου έχει ανασκαφεί μέρος μεγάλης μυκηναϊκής νεκρόπολης αποτελούμενο από 16 εντυπωσιακούς θαλαμωτούς τάφους, λαξευμένους στο φυσικό μαλακό πέτρωμα, ενώ ηγεμονικός θολωτός μυκηναϊκός τάφος με πλουσιότατα πολύτιμα κτερίσματα αποκαλύφθηκε στους δυτικούς πρόποδες του λόφου. Έως σήμερα δεν έχουν εντοπιστεί τα ερείπια της μυκηναϊκής πόλης στην οποία ανήκαν οι τάφοι.

Η περιοχή της Θουρίας κατοικήθηκε συνεχώς και στους ιστορικούς χρόνους έως την ύστερη ρωμαϊκή εποχή, γνωρίζοντας μεγάλη ακμή, όπως φαίνεται από τα δημόσια οικοδομήματα, τους ναούς και τα ιερά για τα οποία κάνει λόγο ο περιηγητής Πausανίας, που επισκέφθηκε την Μεσσηνία κατά τον 2<sup>ο</sup> αι. μ.Χ.

Η πρώτη συστηματική ανασκαφική έρευνα στην περιοχή της Αρχαίας Θουρίας άρχισε το 2007 και συνεχίζεται έως σήμερα από την Δρ. Αραπογιάννη, υπό την αιγίδα της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας. Τα ευρήματα της ανασκαφής στη θέση «Παναγίτσα» Αίπειας της

Αρχαίας Θουρίας υπήρξαν πολύ σημαντικά δεδομένου ότι αποκαλύφθηκαν παντελώς άγνωστα μνημεία τα οποία δεν μνημονεύονται από αρχαίους περιηγητές και ουδέποτε είχαν εντοπιστεί στο παρελθόν από σύγχρονους ερευνητές.



Εικ. 5. Μερική άποψη του χώρου των ανασκαφών, (πηγή αρχικής εικόνας [www.ancientthouriaexcavation.gr](http://www.ancientthouriaexcavation.gr))

Συγκεκριμένα, στη δυτική πλαγιά της ράχης της αρχαίας Θουρίας οι ανασκαφές έφεραν στο φως το αρχαίο Ασκληπιείο της πόλης, με τον ναό του Ασκληπιού και της Υγείας, σωζόμενο σε καλή κατάσταση και περιβαλλόμενο από βοηθητικά κτίρια που προορίζονταν για την εξυπηρέτηση των λειτουργιών του ιερού, αλλά και για τη φιλοξενία των πιστών (Εικ. 5). Μπροστά στο ναό βρέθηκαν στη θέση τους τρεις βωμοί, όπου τελούνταν θυσίες προς τιμήν των λατρευόμενων θεοτήτων. Τα αρχαιολογικά ευρήματα αποδεικνύουν ότι το Ασκληπιείο είχε τεράστια σημασία για την αρχαία πόλη δεδομένου ότι σχετιζόταν άμεσα με τη θρησκευτική αλλά και τη δημόσια κοινωνική ζωή των κατοίκων.

Σύμφωνα με τα ανασκαφικά δεδομένα αλλά και τις επιγραφικές μαρτυρίες που ήλθαν στο φως στον χώρο του ιερού, φαίνεται ότι η λειτουργία του διήρκεσε από τα τέλη του 4<sup>ου</sup> αι. π.Χ. έως τον 1<sup>ο</sup> π.Χ. - 1<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα, οπότε εγκαταλείφθηκε.

### **5. Καταστροφικά φαινόμενα στον αρχαιολογικό χώρο**

Κατά τη διάρκεια των ανασκαφών που διενεργούνται μετά το 2007 στη θέση «Παναγίτσα Αίπειας», εντοπίστηκε μέσα στα υλικά που είχαν καλύψει τα κτήρια της αρχαίας πόλης μεγάλος αριθμός τεμαχών από ψαμμιτοκροκαλοπαγή. Τα τεμάχια αυτά είναι γωνιώδη και φτάνουν σε μέγεθος μεγάλων ογκολίθων, (Εικ. 6). Η απομάκρυνσή τους από τον αρχαιολογικό χώρο ήταν ιδιαίτερα δυσχερής και δυσκόλεψε σημαντικά το ανασκαφικό έργο.

Αντίστοιχα καταστροφικά φαινόμενα είναι ενεργά και παρατηρούνται και σήμερα στην περιοχή μελέτης. Το χειμώνα του 2014, ύστερα από έντονη βροχόπτωση, εκδηλώθηκε το φαινόμενο της κατάπτωσης ενός μεγάλου ογκολίθου από κροκαλοπαγή στο ανατολικό όριο του ανασκαφικού χώρου. Η πτώση του ογκολίθου προκάλεσε μερικές καταστροφές δυσχεραίνοντας τη συνέχιση των ανασκαφών (Εικ. 7).

Είναι χαρακτηριστικό ότι μεγάλοι πεσμένοι ογκολίθοι από κροκαλοπαγή παρατηρούνται εκτενώς κατά μήκος των απότομων πρανών, σε υψόμετρα πάνω από 100μ, ανάντη της επιφάνειας επιπέδωσης όπου εντοπίζεται η αρχαιολογική ανασκαφή, (Εικ. 8). Οι ογκολίθοι

αυτοί προέρχονται από τους πάγκους των κροκαλοπαγών που παρατηρούνται σε εναλλαγές με τις μάρμες στο ανώτερο τμήμα της επιμήκου ράχης της Αρχαίας Θουρίας.



Εικ. 6. Το ανατολικό πρηνές του χώρου ανασκαφών. Παρατηρούνται πεσμένοι ογκόλιθοι κροκαλοπαγών που είχαν καλύψει τα ερείπια της αρχαίας πόλης, (πηγή αρχικής εικόνας [www.ancienthouriaexcavation.gr](http://www.ancienthouriaexcavation.gr)).



Εικ. 7. Σύγχρονη κατάπτωση μεγάλου ογκόλιθου στο δυτικό όριο του χώρου ανασκαφών.

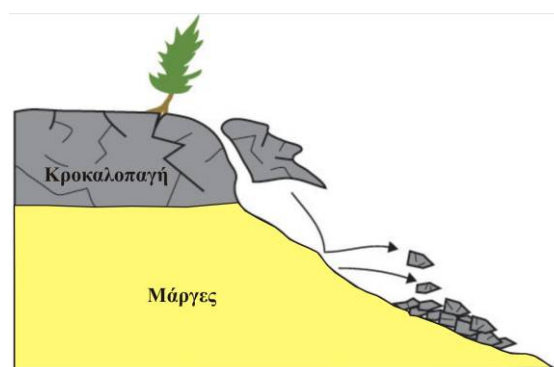


Εικ. 8. Πεσμένο τέμαχος ψαμμιτοκροκαλοπαγών στο ανάντη πρηνές του χώρου ανασκαφών.

Τα καταστροφικά φαινόμενα που παρατηρούνται στη μελετηθείσα περιοχή οφείλονται στην αστάθεια των φυσικών πρανών και εκδηλώνονται με τη μορφή καταπτώσεων μικρών ή μεγάλων βραχωδών μαζών και μικροκατολισθήσεων του χαλαρού μανδύα αποσάθρωσης των μαργών. Οι καταπτώσεις οφείλονται σε απώλεια στήριξης των βραχωδών μαζών. Στα απότομα πρανή της επιμήκους ράχης παρατηρούνται υποσκαφές των ψαμμιτοκροκαλοπαγών στρωμάτων λόγω διάβρωσης των υποκείμενων λιγότερο ανθεκτικών στη διάβρωση μαργών (Εικ. 9). Λόγω της συνεχούς υποσκαφής οι υπερκείμενοι ορίζοντες των κροκαλοπαγών που προεξέχουν υφίστανται προοδευτικά απώλεια στήριξης και αποκολλώνται τεμάχια διαφόρου μεγέθους κάτω από την επίδραση του ίδιου του βάρους τους (Εικ. 10).



Εικ. 9. Υποσκαφή των κροκαλοπαγών λόγω διαφορετικής διάβρωσης των υποκείμενων μαργών.



Εικ. 10. Σχηματική απεικόνιση του μηχανισμού εκδήλωσης των καταπτώσεων.

Η αποκοπή των τεμαχίων γίνεται κατά μήκος ασυνεχειών (διακλάσεων) που παρατηρούνται στα κροκαλοπαγή. Το φαινόμενο αυτό ενισχύεται με την ύπαρξη υπόγειου νερού καθώς αυτό αυξάνει την πίεση του νερού των πόρων και λιπαίνει τις παρειές των ασυνεχειών. Οι αποκολληθέντες ογκόλιθοι λόγω των μεγάλων κλίσεων του εδάφους δεν παραμένουν στη θέση τους πέφτοντας στο έδαφος αλλά κυλούν πάνω στα απότομα πρανή φθάνοντας στη βάση των πρανών που προς τα ανατολικά είναι η κοίτη του Τζιρορρέματος και προς τα δυτικά η επιφάνεια επιπέδωσης μεταξύ 80 – 100 μ.

## 7. Συμπεράσματα

Από την πραγματοποιηθείσα μελέτη του αρχαιολογικού χώρου της Αρχαίας Θουρίας προκύπτουν συνοπτικά τα ακόλουθα:

- Ο αρχαιολογικός χώρος οριοθετείται στα δυτικά και στα ανατολικά από ρηξιγενείς ζώνες και βρίσκεται σε μια τεκτονικά ενεργή περιοχή που παρουσιάζει έντονη σεισμικότητα.
- Το κατώτερο τμήμα της στενής περιοχής μελέτης, δομείται από μαργαϊκές αποθέσεις ενώ στο ανώτερο τμήμα κυριαρχούν τα κροκαλοπαγή σε ενδιστρώσεις με μαργαϊκούς ορίζοντες.
- Οι μορφολογικές κλίσεις των πρανών της στενής περιοχής μελέτης είναι σημαντικές ξεπερνώντας κατά θέσεις το 100%.

- Σε ολόκληρο τον αρχαιολογικό χώρο παρατηρούνται εκτεταμένα φαινόμενα αποκολλήσεων και καταπτώσεων ογκολίθων από κροκαλοπαγή λόγω υποσκαφών από τη εντονότερη διάβρωση των υποκείμενων μαργαϊκών οριζόντων.
- Η λειτουργία του χώρου του ιερού στη θέση «Παναγίτσα Αίπειας» φαίνεται ότι διήρκεσε από τα τέλη του 4<sup>ου</sup> αι. π.Χ. έως τον 1<sup>ο</sup> π.Χ - 1<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα, οπότε και εγκαταλείφθηκε.
- Τα κτίρια του χώρου του ιερού στη θέση «Παναγίτσα Αίπειας» είχαν υποστεί σημαντικές καταστροφές από την πτώση μεγάλων βραχωδών μαζών από κροκαλοπαγή.

Από το συνδυασμό των παραπάνω και με δεδομένο ότι πολλαπλές καταπτώσεων μπορούν να εκδηλωθούν σαν συνοδά φαινόμενα μετά από ισχυρές σεισμικές δονήσεις, προτείνουμε την άποψη ότι η Αρχαία Θουρία καταστράφηκε από διαδοχικές ισχυρές σεισμικές δονήσεις, στο διάστημα 1<sup>ο</sup> π.Χ - 1<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνας. Οι σεισμοί αυτοί είχαν ως συνέπεια να κατολισθήσουν μεγάλοι όγκοι βράχων από την κορυφή και τα απότομα πρανή της ράχης και να πέσουν επάνω στα οικοδομήματα της Αρχαίας πόλης, προκαλώντας την καταστροφή τους.

Να σημειωθεί, λόγω της θέσης της Αρχαίας πόλης στο περιθώριο του βυθίσματος της Κάτω Μεσσηνίας, ότι έχει παρατηρηθεί αύξηση των σεισμικών εντάσεων κατά μήκος των ορίων των τεκτονικών βυθισμάτων, με επακόλουθη αύξηση και των συνοδών γεωδυναμικών φαινομένων (καταπτώσεων-κατολισθήσεων), που αποδίδεται σε φαινόμενα ενίσχυσης της σεισμικής ενέργειας στις περιοχές αυτές, (Λέκκας 2007). Άλλωστε το φαινόμενο των καταπτώσεων στο χώρο του ιερού στη θέση «Παναγίτσα Αίπειας» συνεχίζεται έως σήμερα με δυσμενείς συνέπειες για τα αρχαία μνημεία.

### **Βιβλιογραφία (References)**

- Chouliaras, G., Drakatos, G., Pavlou, K. & Makropoulos, K., 2013. Stress distribution and seismicity patterns of the 2011 seismic swarm in the Messinia basin, (South-Western Peloponnesus), Greece. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, p. 45–51.
- Fountoulis I., Mariolakos I. & Ladas I., 2014. Quaternary basin sedimentation and geodynamics in SW Peloponnese (Greece) and late stage uplift of Taygetos Mt. *Boll. Geof. Teor. Appl.*, vol. 55, n.2, June 2014, 303-324.
- Ganas A., Lekkas E., Kolligri M., Moshou A. & Makropoulos K., 2012. The 2011 Oichalia (SW Peloponnese, Greece) seismic swarm : Geological and seismological evidence for E-W extension and reactivation of the NNW-SSE striking Siamo fault. *Bull. Geol. Soc. Greece*. XLVI, 81-94.
- Kassaras I., Kapetanidis V., Karakonstantis A., Kouskouna V., Ganas A., Chouliaras G., Drakatos G., Moshou A., Mitropoulou V., Argyrakis P., Lekkas E. & Makropoulos, K., 2014. Constraints on the dynamics and spatio-temporal evolution of the 2011 Oichalia seismic swarm (SW Peloponnesus, Greece). *Tectonophysics*, 614, 100-127.
- Mariolakos I., Fountoulis I., Nassopoulou S., Vouloumanos N. & Ladas I., 1993. Paleoenvironmental study of the Post-Alpine sediments at the eastern margin of southern Messinia basin deduced from litho- and biostratigraphic evidence. 1<sup>st</sup> International Congress “Mediterranean: Rural development - Environment - Quality of life”, ΓΕΩΤ.Ε.Ε., Αθήνα, Abstracts p.64.
- Mariolakos I., Fountoulis I., Nassopoulou S., Vouloumanos N. & Ladas I., 1998. Litho- and Biostratigraphy: a Key to interpret the paleoenvironment. The case of Messinnia basin (Greece). XVI Congress of Carpathian - Balkan Association, Vienna, 30/8 - 2/9/1998. Abstracts p.367.
- Mariolakos I., Fountoulis I., Marcopoulou-Diacantoni A. & Mirkou M.R., 1994. Some remarks on the kinematic evolution of Messinia province during the Pleistocene based on neotectonic, stratigraphic and palaeoecological observations. *Munster. Forsch Geol. Palaont.*, 76, 371-380, Munster.

- Mariolakos I., Lozios S. & Logos E., 1995. The neotectonic macrostructure of southern Peloponnesus. The earthquakes of September 13, 1986. Seminar on active faults, XV Congress of the Carpatho-Balkan Geological Association, 51-60, Athens.
- Papoulia, J. & Makris, J., 2004. Microseismicity and active deformation of Messinia, SW Greece. *J. Seismology*, 8: p. 439–451.
- Λέκκας Ε., 2007. Ο ρόλος των τεκτονικών δομών στη διαμόρφωση των σεισμικών εντάσεων. Παραδείγματα από παγκόσμιας κλίμακας σεισμούς. Συμπόσιο Τεκτονικής Γεωλογίας προς τιμήν του Ομ. Καθηγητή Ηλία Μαριολάκου. Αθήνα 7/12/2007.
- Μαριολάκος Η., Σαμπώ Β., Αλεξόπουλος Α., Δανάμος Γ., Λέκκας Ε., Λόγος Ε., Λόζιος Σ., Μερτζάνης Α. & Φουντούλης Ι., 1987. Μικροζωνική μελέτη Καλαμάτας (Γεωμορφολογία, Γεωλογία, Νεοτεκτονική). Έκθεση Ο.Α.Σ.Π., 110 σελ., Αθήνα.
- Μαρκοπούλου-Διακαντώνη Α., Μίρκου Μ.Ρ., Μαριολάκος Η., Λόγος Ε., Λόζιος Σ., Φουντούλης Ι. 1988. Στρωματογραφικές παρατηρήσεις στα μεταλπικά ιζήματα της περιοχής Θουρίας - Ανω Αμφειας (Ν. Μεσσηνίας) και η νεοτεκτονική ερμηνεία τους. *Πρακτικά 4ου Γεωλ. Επιστ. Συν. της Ελλ. Γεωλ. Ετ., Μάιος 1988, Αθήνα, Δελτ. Ελλ. Γεωλ. Ετ., XXIII/3, 275-295.*
- Σαμπαζιώτης Σ., 2005. Αντιπλημμυρικά έργα στην περιοχή Πηδήματος – Αρφαρών του Ν. Μεσσηνίας και εμπλουτισμός του καρστικού υδροφόρου ορίζοντα που αναπτύσσεται στην περιοχή, με τη χρήση G.I.S. Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδικευσης. Τμήμα Γεωλογίας & Γεωπεριβάλλοντος, Παν/μιο Αθηνών
- Ψώνης, Κ., 1986. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, κλίμακα 1:50.000, Φύλλο ΚΑΛΑΜΑΤΑ, ΙΓΜΕ, Αθήνα.