



ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ  
ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ

TECTONICS AND STRUCTURAL GEOLOGY COMMITTEE  
OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF GREECE

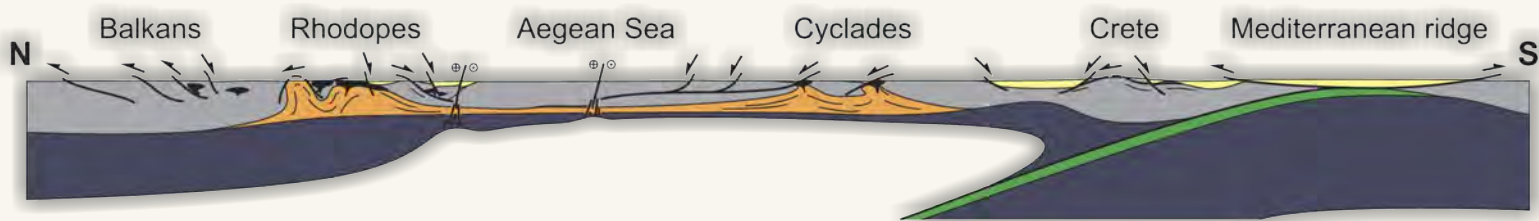


# 1<sup>η</sup> Ημερίδα Τεκτονικής Γεωλογίας 1<sup>st</sup> Tectonics and Structural Geology Meeting

Τρίτη, 6 Δεκεμβρίου 2016  
Tuesday, 6 December 2016

| Αμφιθέατρο «Λεων. Ζέρβας» | Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών |  
| "Leon. Zervas" Auditorium | National Research Foundation |

## ΠΡΑΚΤΙΚΑ PROCEEDINGS



Χορηγός: Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών  
Sponsored by: National Observatory of Athens



<b>G. Panoutsopoulos, H. Kranis, E. Skourtsos, R. Gawthorpe, and J. Andrews:</b> Upper Quaternary uplift rates at the central part of the Gulf of Corinth, Greece .....	44
<b>D. Papanikolaou:</b> Diversified Permo-Triassic environments below the External Carbonate Platform of the Hellenides.....	47
<b>D. Papanikolaou, P. Nomikou, D. Lampridou, G. Rousakis, M. Alexandri, I. Papanikolaou and G.P. Farangitakis:</b> Active Tectonics and Seismic Hazard in Skyros Basin, North Aegean Sea, Greece .....	49
<b>Sp. Pavlides, Ath. Ganas, G. Papathanasiou, S. Valkaniotis, E. Thomaidou, G. Georgiadis, S. Sboras and Al. Chatzipetros:</b> Geological-Seismotectonic Study of the wider area of Ioannina (seismic region of the earthquake October 15, 2016) .....	52
<b>Sp. Pavlides, Al. Chatzipetros, G. Papathanasiou, G. Georgiadis, S. Valkaniotis and S. Sboras:</b> ground deformation of the 24/8 And 26-30/10/2016 Amatrice-Vettore-Norcia earthquakes (Central Italy) .....	54
<b>A. Provias, K. Soukis, E. Skourtsos, S. Lozios and A. Alexopoulos:</b> The upper plate of the Cretan Detachment in central Rethymnon Crete: structure and kinematics .....	56
<b>Ph. Sakellaropoulos, E. Vasilakis and S. Lozios:</b> Morphotectonic study of Aghioi Apostoli-Varnavas NE Attica .....	58
<b>E. Simou, P. Nomikou, D. Papanikolaou, V. Lykousis:</b> Geomorphic evidence of active tectonic deformation on the SW Gulf of Corinth, resulting from combined onshore and offshore data .....	60
<b>M. Tranos, Em. Vassilakis and S. Tzigkalidou:</b> The international congresses of the Geological Society of Greece and their role on the basic geological and tectonic research the last 35-years.....	62
<b>M. Tranos and Sp. Pavlides:</b> The seismogenic fault of the 2016 Ioannina moderate-size earthquake sequence (Epirus, Western Greece) .....	64
<b>K. Tsampouraki – Kraounaki and D. Sakellariou:</b> Offshore faulting in the Aegean Sea and implications for fault kinematics and Plio-Quaternary deformation .....	67
<b>A. Tzanis, A. Efstathiou, S. Chailas, and M. Stamatakis:</b> Evidence of deep magmatic activity in the broader area of the argolid, greece, and its relationship to regional tectonics.....	70
<b>A. Varnava, A. Kiliass, Al. Chatzipetros and Sp. Pavlides:</b> Structural analysis of the broader area of the Gerasa and Arakapas faults, SW Cyprus.....	73
<b>Eir. Zananiri, D. Sakellariou, E. Zimianitis, I. Vakalas, P. Drakopoulos, C. Kuriakidou and G. Rousakis:</b> EMODNET as a pan-European marine data infrastructure: the Hellenic participation in EMODNET-geology .....	76
<b>A. Zavitsanou and D. Sakellariou:</b> Interaction of active tectonics and sea level fluctuations in the Aegean .....	78
<b>V. Zygouri:</b> The 1913 catastrophic landslide event of Krathis River, NE Achaia, Greece .....	81

## EVIDENCE OF DEEP MAGMATIC ACTIVITY IN THE BROADER AREA OF THE ARGOLID, GREECE, AND ITS RELATIONSHIP TO REGIONAL TECTONICS\*

A. Tzanis<sup>1</sup>, A. Efstathiou<sup>1</sup>, S. Chailas<sup>1</sup> and M. Stamatakis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Section of Geophysics and Geothermy, Department of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens, Panepistimiopolis 15784 Zographou, Athens, Greece (atzanis@geol.uoa.gr)

<sup>2</sup>Section of Economic Geology and Geochemistry, Department of Geology and Geoenvironment, National and Kapodistrian University of Athens, Panepistimiopolis 15784 Zographou, Athens, Greece

### Περίληψη

Η εργασία αυτή παρουσιάζει νέες ενδείξεις για την ύπαρξη πρόσφατου, τεκτονικά ελεγχόμενου πλουτωνικού μαγματισμού σχετιζόμενου με την Νεογενή ηφαιστειακή δραστηριότητα που παρατηρείται σ' εκείνη την ευρεία έκταση της Βορειοανατολικής Πελοποννήσου, η οποία διασχίζεται από το Ελληνικό Ηφαιστειακό Τόξο. Η περιοχή αυτή περιλαμβάνει την Αργολίδα, τους Αργολικό και Σαρωνικό κόλπους και την ανατολική Κορινθία περιλαμβανομένης και της Κρομμυωνίας στο δυτικό ήμισυ της χερσονήσου της Μεγαρίδας. Η μελέτη μας βασίζεται σε δύο αρκετά διαφορετικά, αλλά τελικά συγκλίνοντα σύνολα δεδομένων: σεισμοτεκτονικά και αερομαγνητικά. Πέραν τούτων, επικουρείται και συμπληρώνεται από μαγνητοτελλουρικά και βαρυτομετρικά στοιχεία.

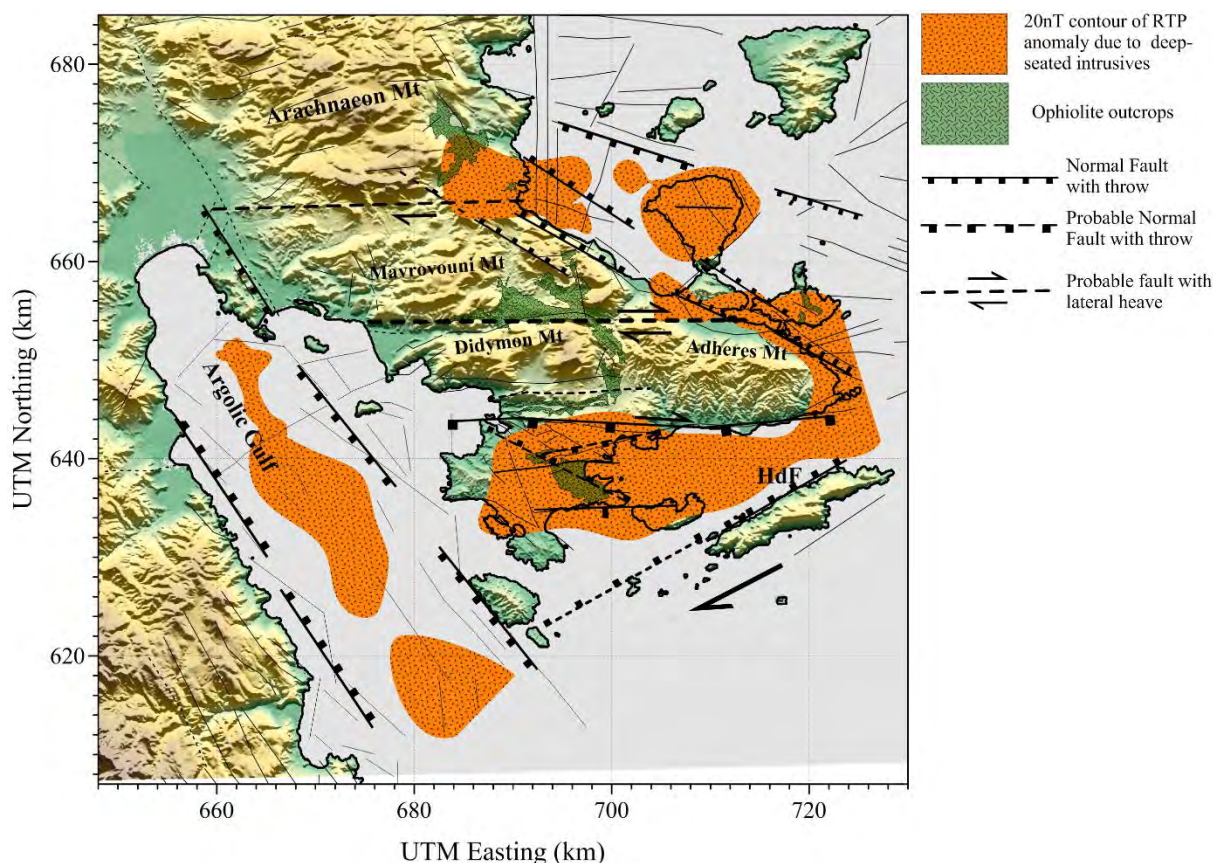
Η σεισμοτεκτονική μας ανάλυση επιχειρεί να αξιολογήσει το σύγχρονο λιθοσφαιρικό πεδίο τάσεων με αντιστροφή υψηλής ποιότητας μηχανισμών γένεσης, η οποία βασίστηκε στην μέθοδο των Hardebeck και Michael (2006), όπως ανασχεδιάστηκε από τους Martínez-Garzón et al. (2014). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το εντατικό πεδίο είναι εφελκυστικό και NE-SW προσανατολισμένο, με το άξονα  $\sigma_1$  να κατευθύνεται N64° και να βυθίζεται κατά 77° και το άξονα  $\sigma_3$  να κατευθύνεται N210° και να βυθίζεται κατά 10°. Αυτό παράγει WNW-ESE και NW-SE κανονικά ρήγματα, με τα πρώτα να κυριαρχούν στον Σαρωνικό και τα δεύτερα στον Αργολικό κόλπο. Επί πλέον, τα αποτελέσματα προβλέπουν την ύπαρξη ρηγμάτων διεύθυνσης E-W and N330° με μη-αμελητέα δεξιόστροφη και αριστερόστροφη ολίσθηση αντίστοιχα, τα οποία είναι συμβατά με τις διευθύνσεις R και R' της θεωρίας διατμητικής παραμόρφωσης του Riedel και εξηγούν αρκετούς πλαγιολισθητικούς μηχανισμούς γένεσης, ευθυγραμμίσεις σεισμικών επικέντρων και σημαντικά μορφολογικά χαρακτηριστικά.

Στην εργασία επίσης παρατίθεται ποσοτική ανάλυση των αερομαγνητικών ανωμαλιών που έχουν παρατηρηθεί στην περιοχή μελέτης (βλ. Chailas et al., 2010), βασισμένη στον 3D αλγόριθμο αντιστροφής των Li and Oldenburg (1996, 1998). Η ανάλυση αυτή ταυτοποίησε ένα εκτεταμένο σύμπλεγμα επιμήκων μαγνητισμένων πετρολογικών σχηματισμών, θαμμένων σε βάθη μεγαλύτερα των 3km, οι οποίοι, δεδομένης του γεωλογικού και τεκτονικού καθεστώτος της περιοχής μπορούν μόνο να εξηγηθούν ως ασβεσταλκαλικές διεισδύσεις (πλουτωνίτες). Στην βόρειο-ανατολική Κορινθία και στην Κρομμυωνία, αυτός ο τύπος μαγματικής δραστηριότητας δεν είναι εντυπωσιακός, περιορίζεται κυρίως στον Κόλπο των Μεγάρων μέχρι το Σουσάκι και είναι συμβατός με την χαμηλής έντασης – μικρής κλίμακας Τεταρτογενή δακτική ηφαιστειότητα της περιοχής. Αντιθέτως, μεγάλης κλίμακας επιμήκεις μαγνητικές δομές διεύθυνσης E-W και N330° ταυτοποιήθηκαν κάτω και γύρω από την Αργολίδα. Αυτές είναι γενικά συμπίπτουν με τους άξονες εφελκυστικών τεκτονικών δομών του αυτού προσανατολισμού, (τάφροι και μείζονα ρήγματα, βλ. Εικόνα 1), ερμηνεύονται δε ως ασβεσταλκαλικοί πλουτωνίτες των οποίων η τοποθέτηση καθορίστηκε από την περιφερειακή τεκτονική δραστηριότητα (συν-τεκτονικός/syn-rift μαγματισμός, βλ. Εικόνα 1).

Τζάνης Α., και συν.: Ενδείξεις συν-τεκτονικής πλουτωνικής μαγματικής δραστηριότητας στην ευρύτερη περιοχή της Αργολίδας.

Η ποσοτική ανάλυση των αερομαγνητικών δεδομένων επίσης ταυτοποίησε μεγάλο αριθμό ρηχών και επιφανειακών μαγνητικών δομών σε όλη την έκταση της περιοχής μελέτης, θαμμένων σε βάθη μικρότερα των 2km). Αυτές παράγονται από ένα σύμπλεγμα κατανεμημένων παρα-επιφανειακών σχηματισμών που απαρτίζονται από (υπο)κατακόρυφα αναπτυσσόμενους, θαμμένους ή εμφανείς σχηματισμούς Τεταρογενών ηφαιστειακών, καθώς και από πλευρικά αναπτυσσόμενες εμφανίσεις εξαλλοιωμένων υπερβασικών σχηματισμών (λέπια τεκτονικού mélange και διαμελισμένα οφιολιθικά συμπλέγματα).

Η κοινή ανάλυση των σεισμοτεκτονικών και αερομαγνητικών δεδομένων επιτρέπει την διαμόρφωση ενός διερευνητικού προτύπου τεκτονικής παραμόρφωσης για την περιοχή της Αργολικής Χερσονήσου. Σύμφωνα με αυτό, η διαφορική παραμόρφωση που αναπτύσσεται μεταξύ των ανόμοιων εφελκυστικών τάσεων (ρυθμών και διευθύνσεων) του Αργολικού και Σαρωνικού κόλπων αντισταθμίζεται με την δεξιόστροφη κίνηση τεκτονικών τεμαχίων, στα όρια των οποίων λαμβάνουν χώρα μαγματικές διεισδύσεις (βλ. Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Διερευνητικό τεκτονικό μοντέλο της Αργολικής Χερσονήσου. Η πορτοκαλί στικτή διαγράμμιση δηλώνει τις βαθύτερες (> 3km) μαγνητικές πηγές, οι οποίες αποδίδονται σε ασβεσταλκαλικούς πλουτωνίτες.

### Abstract

The present analysis reports evidence of recent, tectonically controlled plutonic magmatism related to Neogene volcanism in a broad area of Northeast Peloponnesus (Greece) straddled by the Hellenic Volcanic Arc (Argolid, Argolic and Saronic gulfs, eastern Corinthia). We assess the contemporary crustal stress field based on formal inversion of well-constrained earthquake focal mechanisms (Hardebeck and Michael, 2006; Martínez-Garzón et al., 2014). We conclude that the stress field is principally extensional with the  $\sigma_3$  axis oriented at N210° and plunging at 10°. This generates WNW-ESE and NW-SE faults, the former being dominant in the Saronic Gulf and the latter in the Argolic. In addition, the analysis predicts E-W and N330° faults with non-trivial right-lateral and left-lateral heave respectively, which are consistent with the

R and R' directions of Riedel shear theory and explain a number of observed earthquake focal mechanisms, earthquake epicentre alignments and morphological lineaments. We also present a quantitative analysis of the aeromagnetic anomalies observed at that area (e.g. Chailas et al., 2010), based on the 3-D inversion algorithm of Li and Oldenburg (1996, 1998). We identify an extensive complex of magnetized rock formations buried at depths greater than 3km which, given the geology of the area can hardly be explained with anything other than calc-alkaline intrusions (plutons). At north-eastern Corinthia (Crommyonia), intrusive activity is unexceptional and consistent with the low-intensity, small-scale Quaternary dacitic volcanism therein. Conversely, large-scale elongate anomalies of E-W and N330° orientation are identified in the Argolid, generally collocated with and delimited by extensional structures (grabens and major faults, see Fig. 1): these are interpreted to comprise calc-alkaline plutons whose placement has been controlled by regional tectonic activity (syn-tectonic and syn-rift magmatism). A large number of shallow and superficial (less than 2km) sources have also been identified throughout the study area; these are generated by a complex of distributed near-surface formations consisting of sub-vertically developing buried or extrusive volcanics, as well as outcropping or shallow-buried ophiolites comprising thin nappes of tectonic *mélange* and dismembered ophiolitic complexes. The joint analysis of seismotectonic and aeromagnetic data facilitates the formulation of a tentative geotectonic model for the area of the Argolid, in which E-W right-lateral block motion is associated with igneous intrusive activity at block boundaries (see Fig. 1).

### **Βιβλιογραφικές αναφορές**

- Chailas S., Tzanis A., Kranis H. and Karmis P., 2010. Compilation of a unified and homogeneous aeromagnetic map of the Greek Mainland. *Bull. Geol. Soc. Greece*, 43 (4), 1919-1929; available at [http://www.geosociety.gr/images/arxeio-teuxwn/GSG\\_XLIII\\_4.pdf](http://www.geosociety.gr/images/arxeio-teuxwn/GSG_XLIII_4.pdf) (last accessed 24 May. 2016).
- Hardebeck, J. L., and Michael, A.J., 2006. Damped regional-scale stress inversions: Methodology and examples for southern California and the Coalinga aftershock sequence, *J. Geophys. Res.* 111, no. B11, B11310; doi: 10.1029/2005JB004144.
- Li Y. and Oldenburg D.W., (1996), 3-D inversion of magnetic data: *Geophysics*, 61, 394-408.
- Li Y. and Oldenburg D.W., (1998), 3-D inversion of gravity data: *Geophysics*, 63, 109-119.
- Martínez-Garzón, P., Kwiątek, G, Ickrath, M. and Bohnhoff, M, 2014. MSATSI: A MATLAB Package for Stress Inversion Combining Solid Classic Methodology, a New Simplified User-Handling and a Visualization Tool, *Seismol. Res. Let.*, 85 (4), doi: 10.1785/0220130189.