

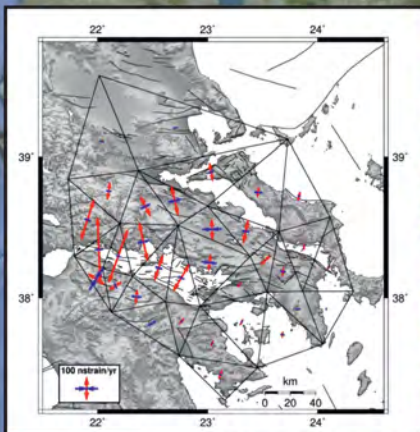


# 2<sup>η</sup> ΗΜΕΡΙΔΑ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

## ΑΘΗΝΑ – 14 ΜΑΪΟΥ 2014

### ΘΕΜΑΤΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΙΔΑΣ

- Έρευνα – χαρτογράφηση της τεκτονικής παραμόρφωσης στην Ελλάδα με χρήση GPS/InSAR
  - Χρήση των GNSS στη Σεισμολογία
- Εφαρμογές GNSS στο σχεδιασμό και προστασία από φυσικές καταστροφές και γεωκινδύνους:
  - Σεισμοί – Ηφαίστεια – Τσουνάμι – Κατολισθήσεις – Εδαφικές καθιζήσεις / υποχωρήσεις
  - Εξελίξεις σε θέματα GNSS στον Ελλαδικό Χώρο: Δίκτυα, Δεδομένα, Επιλύσεις

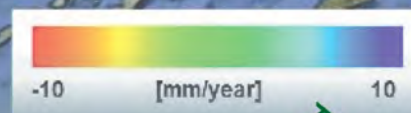


Τόπος:  
Αμφιθέατρο του Υπουργείου Υποδομών,  
Μεταφορών & Δικτύων,  
Αναστάσεως 2 και Τσιγάντε, Παπάγου  
(δίπλα στη στάση του μετρό "Εθνική Άμυνα").

Συμμετοχή Ελεύθερη

Οργανωτική Επιτροπή:  
Δρ. Αθανάσιος Γκανάς ΓΕΙΝ/ΕΑΑ,  
Δρ. Σπυρίδων Λαλεχός ΟΑΣΠ,  
Δρ. Αλέξανδρος Σαββαΐδης, ΟΑΣΠ/ΙΤΣΑΚ,  
Βασιλική Αβραμέα, ΟΑΣΠ

Προσκεκλημένος Ομιλητής:  
Dr. Nicola D'Agostino INGV

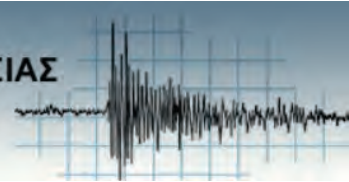




Οργανισμός Αντισεισμικού  
Σχεδιασμού & Προστασίας

# 2η ΗΜΕΡΙΔΑ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
2ης ΗΜΕΡΙΔΑΣ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ



**09:00-09:30 Προσέλευση - Εγγραφές**

**09:30-10:00**

**D'Agostino N.**

*The contribution of dense GPS velocity fields to the assessment of seismic hazard.*

**10:00-10:20**

**Athanasios Ganas<sup>1</sup>, Flavio Cannavo<sup>2</sup>, Konstantinos Chousianitis<sup>1</sup> & George Drakatos<sup>1</sup>**

*Dynamic and Static Displacements Recorded on Continuous GPS Stations Following the Jan. 26 and Feb. 3, 2014 M6 Cephalonia (Greece) Earthquakes*

**10:20-10:40**

**Γιαννίου Μιχάλης**

*Συν-σεισμικές παραμορφώσεις κατά τους σεισμούς της Κεφαλονιάς στις 26/1 και 3/2/2014 από ανάλυση δεδομένων GPS 1 Hz του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού ΗΕΡΟΣ*

**10:40-11:00**

**G.A. Papadopoulos<sup>1</sup>, V. Karastathis<sup>1</sup>, I. Koukouvelas<sup>2</sup>, M. Sachpazi<sup>1</sup>, I. Baskoutas<sup>1</sup>, G. Chouliaras<sup>1</sup>, A. Agalos<sup>1</sup>, E. Daskalaki<sup>1</sup>, G. Minadakis<sup>1</sup>, A. Moschou<sup>1</sup>, A. Mouzakiotis<sup>1</sup>, K. Orfanogiannaki<sup>1</sup>, A. Papageorgiou<sup>1</sup>, D. Spanos<sup>2</sup>, I. Triantafyllou<sup>1</sup>**

*Crustal deformation associated with the Cephalonia, Ionian Sea (Greece), sequence of strong earthquakes of January-February 2014*

**11:00-11:30 Διάλειμμα**

**11:30-11:50**

**Panos Psimoulis<sup>1,2</sup>, Nicolas Houlié<sup>2</sup>, Michael Meindl<sup>2</sup>, Markus Rothacher<sup>2</sup>, John Clinton<sup>3</sup>**

*GPS networks for Earthquake Early Warning (EEW)*

**11:50-12:10**

**I. Papoutsis<sup>1</sup>, C. Kontoes<sup>1</sup>, A. Ganas<sup>2</sup>, V. Karastathis<sup>2</sup>, N. Svigkas<sup>1</sup>, C. Psychogiou<sup>1</sup>, M. Kaskara<sup>1</sup>, A. Barberopoulou<sup>1</sup>, G. Balasis<sup>1</sup>, S. Solomos<sup>1</sup>, V. Amiridis<sup>1</sup>, T. Herekakis, A. Prokos**

*BEYOND Center of Excellence for monitoring geophysical activity and geo-hazard mapping*

**12:10-12:30**

**Βάσω Σαλητογιάννη, Στάθης Στείρος, Φάνης Μόσχας**

*Εκτίμηση παραμέτρων σεισμικών ρηγμάτων (αντιστροφή) από γεωδαιτικά δεδομένα με τον αλγόριθμο TOPINV: εφαρμογή στο σεισμό της Λευκάδας 2003*

**12:30-12:50**

**Αθανάσιος Γκέγκας**

*ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΙΚΡΟΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ ΠΕΛΑΓΟΥΣ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΩΝ, ΓΕΩΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΔΟΥΡΥΦΟΡΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ*

**12:50-13:20 Διάλειμμα**

**13:20-13:40**

**Βασιλική Κουσκουνά**

*«Ελληνικό Σύστημα Διαχείρισης Συστημάτων Φυσικών Κινδύνων»*

**13:40-14:00**

**Athanasios Ganas<sup>1,2</sup>, Rui Fernandes<sup>2</sup>, Carine Bruyninx<sup>2</sup>, Nicola D'Agostino<sup>2</sup>, Jan Dousa<sup>2</sup>, Dimitris Paradissis<sup>3</sup>, Christos Pikridas<sup>4</sup>, Evangelos Lagios<sup>5</sup> & Kostas Makropoulos<sup>5</sup>**

*Geodesy in EPOS - a status report*

**14:00-14:20**

**Panagiotis Argyrakis<sup>1</sup>, Athanasios Ganas<sup>1</sup>, Stuart Wier<sup>2</sup>**

*Ανάπτυξη του λογισμικού διάθεσης δεδομένων GSAC/UNAVCO στο πλαίσιο του NOANET*

**14:20-14:40**

**Constantinos Loupasakis<sup>1</sup>, Federico Raspini<sup>2</sup>, Rozos Dimitrios<sup>1</sup>, Sandro Moretti<sup>2</sup>**

*Land subsidence phenomena at the wide area of Thessaloniki detected by using radar interferometry techniques*

**14:40-15:00**

**Ελ. Πογιατζή<sup>1</sup>, Β. Κοντογιάννη<sup>2</sup>, Γ. Κωνσταντοπούλου<sup>3</sup>, Ν. Σπανού<sup>4</sup>**

*Υπηρεσία Ενημέρωσης Γεωκινδύνων για αστικές περιοχές Έργο PanGeo – Πιλοτική περιοχή Αθήνας*

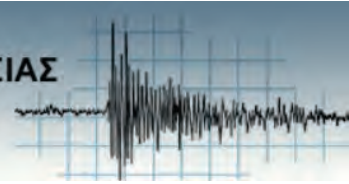


Οργανισμός Αντισεισμικού  
Σχεδιασμού & Προστασίας

# 2η ΗΜΕΡΙΔΑ ΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ  
ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ





## «The contribution of dense GPS velocity fields to the assessment of seismic hazard»

***Nicola D'Agostino***

Centro Nazionale Terremoti

Istituto Nazionale Geofisica Vulcanologia

nicola.dagostino@ingv.it

Assessment of seismic hazard is, in most places, mainly based on past, historical seismicity. Unsuccessful statistical sampling of seismic release provides the main limitation and leaves large uncertainties in both the frequency and magnitude of the largest events. The theory of the elastic rebound offers a conceptual framework to link the rate of tectonic loading and the intermittent earthquake release, but the successful application of quasi-periodic, deterministic models of recurrence has been challenging. The constraint that, given enough time, the rate of strain released by earthquakes should mirror the rate of tectonic deformation provides, however, a powerful tool for the assessment of seismic hazard. Measurements of crustal deformation can, under simple assumptions, be translated in estimates of the average frequency

and magnitude of the largest events. The spectacular development of GNSS networks for both scientific and civilian applications offers a powerful tool to map the distribution of active deformation and its associated seismogenic potential. I will present examples where geodetic data provide additional and complementary information to the standard probabilistic approach to seismic hazard assessment. The results provide the basis (1) to evaluate the completeness of the seismic catalogue, (2) to guide the spatial design of the seismogenetic zoning in probabilistic seismic hazard assessments, (3) to improve the definition of frequency and magnitude of the largest events, and (4) to motivate a wider integration of geodetic data in seismic hazard practices.



## «Geodesy in EPOS - a status report»

***Athanassios Ganas<sup>1,2</sup>, Rui Fernandes<sup>2</sup>, Carine Bruyninx<sup>2</sup>,  
Nicola D'Agostino<sup>2</sup>, Jan Dousa<sup>2</sup>,  
Dimitris Paradissis<sup>3</sup>, Christos Pikridas<sup>4</sup>,  
Evangelos Lagios<sup>5</sup> & Kostas Makropoulos<sup>5</sup>***

WG4 – “EPOS Geodetic Data and Other Geodetic Data” is the Working Group of the EPOS project <http://www.epos-eu.org/> in charge of defining and preparing the integration of the existing Pan-European Geodetic Infrastructures that will support European Geosciences. The European Plate Observing System (EPOS) is the integrated solid Earth Sciences research infrastructure approved by the European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) and included in the ESFRI Roadmap in December 2008. EPOS is a long-term integration plan of national existing RIs. The WG4 is formed by representatives of the participating EPOS countries (23) but it is also open to the entire geodetic community. The WG4 is dealing essentially with Research Infrastructures focused on continuous operating GNSS in the current phase. Furthermore,

although the focus is on Solid Earth applications, other research and technical applications (e.g., reference frames, meteorology, space weather) can also benefit from the efforts of WG4 towards the optimization of the geodetic resources in Europe. We will present the plans for the implementation of the thematic and core services (TCS) for geodetic data within EPOS and the related business plan. We will focus on strategies towards the implementation of the best solutions that will permit to the end-users, and in particular geo-scientists, to access the geodetic data, derived solutions, and associated metadata using transparent and uniform processes. Five pillars have been defined proposed for the TCS: Dissemination, Preservation, Monitoring, and Analysis of geodetic data plus the Support and Governance Infrastructure.

<sup>1</sup> Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens, 11810 Athens, Greece, [aganas@noa.gr](mailto:aganas@noa.gr),

<sup>2</sup> EPOS WG4 group [rmanuel@di.ubi.pt](mailto:rmanuel@di.ubi.pt)

<sup>3</sup> NTUA Athens [dempar@central.ntua.gr](mailto:dempar@central.ntua.gr)

<sup>4</sup> AUTH [cpik@topo.auth.gr](mailto:cpik@topo.auth.gr)

<sup>5</sup> Department of Geophysics, NKUA, [lagios@geol.uoa.gr](mailto:lagios@geol.uoa.gr) [kmacrop@geol.uoa.gr](mailto:kmacrop@geol.uoa.gr)

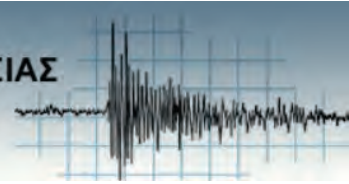
## «Συν-σεισμικές παραμορφώσεις κατά τους σεισμούς της Κεφαλονιάς στις 26/1 και 3/2/2014 από ανάληψη δεδομένων GPS 1 Hz του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού HEPOS»

***Γιαννίου Μιχάλης***

ΕΘΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΚΑΙ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ Α.Ε.

Η σταθερότητα των συντεταγμένων των σταθμών αναφοράς ενός δικτύου παροχής υπηρεσιών εντοπισμού είναι σημαντική ιδιαίτερα όταν το δίκτυο υποστηρίζει δικτυακές τεχνικές (network-based techniques), όπως VRS, MAC και FKP. Τα έντονα τεκτονικά φαινόμενα του Ελλαδικού χώρου προκαλούν μεταβολές των συντεταγμένων των σταθμών, οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Η ΕΚΧΑ Α.Ε. στο πλαίσιο διαχείρισης του Ελληνικού Συστήματος Εντοπισμού HEPOS, παρακολουθεί σε μόνιμη βάση τις συντεταγμένες των σταθμών του συστήματος από τα τέλη του 2007, οπότε ξεκίνησε η λειτουργία του συστήματος.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται αποτελέσματα από ανάληψη δεδομένων GPS συχνότητας 1 Hz τα οποία του καταγράφηκαν σε σταθμούς του HEPOS κατά τη διάρκεια των σεισμικών δονήσεων που σημειώθηκαν στην Κεφαλονιά στις 26/1/2014 και στις 3/2/2014. Αναλύονται δεδομένα από το σταθμό στην περιοχή του αεροδρομίου της Κεφαλονιάς (Σβωρωνάτα) καθώς και τους σταθμούς Λευκάδας, Ζακύνθου και Ανδραβίδας. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με την τεχνική PPP (Precise Point Positioning). Εκτός από το σταθμό της Κεφαλονιάς, συν-σεισμικές μετατοπίσεις στο επίπεδο των 3 cm ανιχνεύονται και από την κεραία του σταθμού της Λευκάδας.



## «Εκτίμηση παραμέτρων σεισμικών ρηγμάτων (αντιστροφή) από γεωδαιτικά δεδομένα με τον αλγόριθμο TOPINV: εφαρμογή στο σεισμό της Λευκάδας 2003»

***Βάσω Σαητογιάννη<sup>1</sup>, Στάθης Στείρος<sup>1</sup>, Φάνης Μόσχας<sup>1</sup>***

Η αντιστροφή γεωδαιτικών δεδομένων, δηλαδή επίλυση διαφορικών εξισώσεων που συνδέουν τα χαρακτηριστικά ενός ρήγματος με τις σεισμικές παραμορφώσεις και που μπορούν να μετρηθούν με γεωδαιτικές μεθόδους οδηγεί σε υπερστατικό σύστημα εξαιρετικά μη γραμμικών εξισώσεων με 9 αγνώστους για κάθε ρήγμα το οποίο δεν λύνεται με συμβατικές μεθόδους.

Έχουν προταθεί διάφορες απλοποιητικές μέθοδοι, απλές (πχ. δέσμευση 7 παραμέτρων του ρήγματος και βελτιστοποίηση των υπολοίπων δύο, λύσεις με δειγματοληψία Μοντε Κάρλο για 102-105 δείγματα, καθώς επίσης και λύσεις με FEM/BEM). Οι λύσεις αυτές έχουν αποδειχθεί ικανοποιητικές για τις περισσότερες περιπτώσεις, όχι όμως για περιπτώσεις πλέον σύνθετων ρηγμάτων.

Για να λυθεί το πρόβλημα αυτό έχει προταθεί μια νέα τοπολογική προσέγγιση η οποία

α) θεωρεί όλες τις πιθανές λύσεις (πιθανές τιμές κάθε μίας από τις  $n$  άγνωστες παραμέτρους ενός ή περισσότερων ρηγμάτων, πχ μήκος, αζιμούθιο, κλίση, κλπ) και δημιουργεί ένα κάρναβο  $G$  στο χώρο  $R^9$  β) μετατρέπει τις εξισώσεις παρατήρησης σε ανισώσεις με βάση το σφάλμα των μετρήσεων και ένα συντελεστή βελτιστοποίησης  $k$ , και διερευνά ποιά από το στοιχεία του  $G$  (συνήθως της τάξης του 108) ικανοποιούν τις εξισώσεις, και θεωρεί ως λύση το κέντρο βάρους των στοιχείων αυτών, και γ) βελτιστοποιεί τη λύση με βάση τον συντελεστή βελτι-

στοποίησης  $k$ . Η μέθοδος αυτή (TOPological INVersion, TOPINV) έχει τεκμηριωθεί με βάση αντικειμενική προσέγγιση και εφαρμόζεται με επιτυχία για τουλάχιστον δύο ρήγματα.

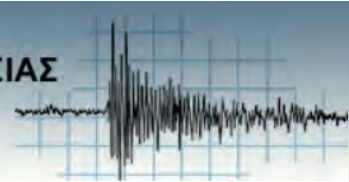
Μία εφαρμογή είναι ο σεισμός της Λευκάδας του 2003, ο οποίος είναι σημαντικός για πολλούς λόγους (1) ίσως ο πρώτος σεισμός στο Ελληνικό Τόξο που καλύπτεται από στοιχεία GPS, (2) ενέπνευσε δύο διαφορετικές νέες μεθόδους αντιστροφής σεισμολογικών δεδομένων οι οποίες προσδιόρισαν μια ακολουθία που αποτελείται από δύο βασικά ρήγματα.

Η αντιστροφή των υπάρχοντων γεωδαιτικών δεδομένων με τον αλγόριθμο TOPINV θεωρώντας πιθανό ένα ευρύ φάσμα τιμών γύρω από αυτές που προέκυψαν από τις σεισμολογικές μελέτες επέτρεψε (α) να προσομοιωθούν με λεπτομέρεια τα δύο κύρια ρήγματα του σεισμού, και να διαπιστωθεί ότι χαρακτηρίζονται από κλιμακωτή διάταξη, συμπέρασμα σημαντικό για την κατανόηση των σεισμοτεκτονικών διεργασιών στο άκρο του τόξου και (β) να επιβεβαιωθούν οι προταθείσες σεισμολογικές μέθοδοι αντιστροφής με βάση ανεξάρτητα δεδομένα και μεθόδους.

Η μέθοδος εφαρμόζεται και σε άλλες πολύπλοκες σεισμικές ακολουθίες στις οποίες οι συμβατικές μέθοδοι αντιστροφής των γεωδαιτικών δεδομένων δεν ήταν επιτυχείς.

1. Εργαστήριο Γεωδαισίας και Γεωδαιτικών Εφαρμογών Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών





## «Ελληνικό Σύστημα Διαχείρισης Συστημάτων Φυσικών Κινδύνων»

***Βασιλική Κουσκουνά\****

Το πρόγραμμα «Greco-Risks» είναι ένα νέο έργο που χρηματοδοτείται από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας στα πλαίσια του Εθνικού Στρατηγικού Πλαισίου Αναφοράς 2007-2013, το έργο υλοποιείται κατά την περίοδο Νοέμβριος 2013 - Ιούνιος 2015 προκειμένου να παραδώσει μία διαδικτυακή πλατφόρμα που θα περιλαμβάνει τους εννέα σημαντικότερους κινδύνους που απειλούν την Ελλάδα: πέντε γεω-κινδύνους (σεισμός, τσουνάμι, ηφαιστειο, κατολίσθηση, και εδαφική παραμόρφωση), δασικές πυρκαγιές, οι ξαφνικές πλημμύρες, ακραία καιρικά φαινόμενα και εργατικά ατυχήματα.

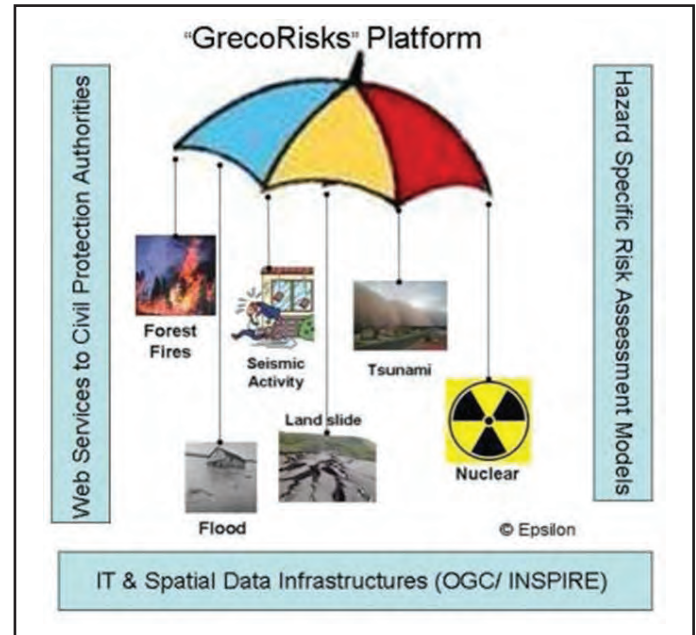
Για την εκτίμηση των επιμέρους κινδύνων χρησιμοποιούνται: (i) η στατιστική ανάλυση των δεδομένων του παρελθόντος που οδηγεί στην εκτίμηση της επικινδυνότητας (hazard), (ii) τρωτότητα κατασκευών και έκθεση σε κίνδυνο (risk) και (iii) επιπλέον δεδομένα GIS. Οι χάρτες κινδύνου (Risk Maps) θα απεικονίζουν τη χωρική κατανομή (α) της έντασης του εκάστοτε κινδύνου (β) την τρωτότητα και (γ) τις επιπτώσεις των κινδύνων, ενσωματώνοντας την πιθανότητα εμφάνισης επικίνδυνων συμβάντων.

Το έργο αποσκοπεί στην παραγωγή μίας εθνικής πλατφόρμας χαρτογράφησης πολλαπλών κινδύνων και θα συμβάλει στην ανάλυση και διαχείρισή τους σε τοπικό, αλλά και εθνικό επίπεδο." Η πλατφόρμα «Greco-Risks» θα λειτουργήσει ως μία «ομπρέλα» πληροφορικής και επικοινωνιών (Εικ. 1) για τους προαναφερθέντες κινδύνους, προσφέροντας υπηρεσίες ανάλυσης κινδύνων μέσω ενός φιλικού προς το χρήστη περιβάλλοντος.

Οι εταίροι της κοινοπραξίας του έργου είναι οι εξής:

- 1) ΕΨΙΛΟΝ Α.Ε. Ανώνυμη Εταιρεία Μελετών και Συμβούλων
- 2) Α.Τ.Ε.Σ.Ε. Α.Ε. Ανώνυμη Τεχνική Εμπορική Συμβουλευτική Ναυτιλιακή
- 3) DASYC Α.Ε.
- 4) ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΡΕΥΝΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»
- 5) ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

\* Αναπλ. Καθηγήτρια, ΕΚΠΑ, vkouskouna@geol.uoa.gr



6) ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

7) ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

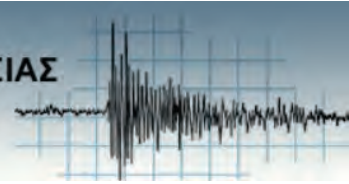
8) Eurolife ERB Ασφαλιστική

Οι επιστημονικοί και τεχνολογικοί στόχοι του προγράμματος «GrecoRisks» είναι οι εξής:

- Να παγιώσει τις διεθνείς βέλτιστες πρακτικές, να εφαρμόσει καινοτόμες μεθοδολογίες εκτίμησης κινδύνου και να χαρτογραφήσει όλους τους κινδύνους του έργου στην Ελλάδα
- Να συλλέξει και να εναρμονίσει τα δεδομένα για την ανάλυση κινδύνου με τη βοήθεια λογισμικών GIS
- Να παράγει χάρτες κατανομής κινδύνου για τους εννέα κινδύνους και την πιθανότητα εμφάνισής τους

Επιπλέον, το «GrecoRisks» φιλοδοξεί να συμβάλει σε μια κοινή ορολογία και κοινή κατανόηση των εννοιών της ανάλυσης κινδύνων και στην εθνική αξιολόγηση κινδύνου. Η Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας και η ασφαλιστική αγορά θέτουν τις προδιαγραφές εφαρμογής και λειτουργίας της πλατφόρμας. Οι τελικοί χρήστες, στους οποίους απευθύνεται το «εργαλείο Greco-Risk» είναι οι άμεσα και έμμεσα εμπλεκόμενοι φορείς στην εκτίμηση και διαχείριση κινδύνων.





## «Land subsidence phenomena at the wide area of Thessaloniki detected by using radar interferometry techniques»

*Constantinos Loupasakis<sup>1</sup>, Federico Raspini<sup>2</sup>, Rozos Dimitrios<sup>1</sup>, Sandro Moretti<sup>2</sup>*

In the framework of the Terrafirma project, launched in 2009 by the European Space Agency (ESA), the Wide Area Mapping approach, a multi-image interferometric technique using images from satellites ERS-1 and 2, has been exploited for ground motion detection and mapping in the broader area of Thessaloniki. In Particular, the interferometric products have been used to study land deformation phenomena related to the local geological context, the exploitation of ground water resources and fine-grained sediments compaction at the Thessaloniki plain and at the Anthemounta basin.

Among the several regions in Greece that experience land subsidence induced by intense water pumping, Kalochori village in the west sector of Thessaloniki plain is one of the most well studied areas. Ground motion in the Sindos-Kalochori area has been detected and assessed by means of the PSI results. Land subsidence can be clearly identified in the coastal area of Kalohori; where the highest LOS velocities ranges between 15 and 25 mm/yr in 1995-2001, with peaks of 40 mm/yr recorded in the SW of the village. The observed subsidence rate in Kalochori is extended to another subsidence bowl affecting the village of Sindos,

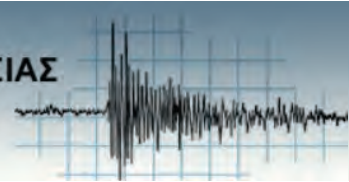
on the right side of the Gallikos river. In this area LOS deformation rate ranges between 5 and 15 mm/yr, with peaks of 46 mm/yr. These two well defined circular areas of land deformation are abruptly truncated along a NW-SE alignment, northeast of Kalohori and Sindos, where LOS deformation rates decrease rapidly, down to zero within few kilometres.

PSI results reveal that land subsidence can be clearly identified also in the wide Anthemountas basin area, with a mean deformation rate of 10mm/yr. In the Macedonia airport area, observed LOS subsidence rates are 5–15mm/yr, with a several points exceeding 20 mm/yr along the NNW-SSE oriented runaway area. Although, the coastal area of the Perea village shows very low LOS deformation rates, in the northern part of the urban area subsidence can be observed, with maximum LOS deformation rates up to 10–15 mm/yr.

Concluding, the PSI (Persistent Scatterer Interferometry) analysis can be applied at a regional scale as support for land motion mapping and at local scale for the monitoring of single well-known ground motion event.

---

1. National Technical University of Athens, School of Mining and Metallurgical Engineering, 9 Iroon Polytechniou, Athens, Greece.  
2. University of Firenze, Department of Earth Sciences, Via La Pira, 4 – 50121, Firenze, Italy



## «Ανάλυση μικρομετακινήσεων στη περιοχή του νοτίου Αιγαίου Πελάγους με συνδυασμό ιστορικών γεωδαιτικών, γεωφυσικών και σύγχρονων δορυφορικών μετρήσεων»

**Αθανάσιος Γκέγκας\***

Ο προσδιορισμός των παραμορφώσεων της επιφάνειας της γης καθώς και των αλληλεπιδράσεων αυτών με σεισμικά γεγονότα μέσα από διεπιστημονικές προσεγγίσεις και με χρήση μεθόδων, τεχνικών και δεδομένων διαφόρων επιστημονικών πεδίων έχει τη δυναμική να προσφέρει στους ερευνητές μια ευρύτερη και πιο ολοκληρωμένη εικόνα για τη τεκτονική συμπεριφορά μιας περιοχής

Στο παραπάνω πλαίσιο έχει ιδιαίτερη σημασία ο προσδιορισμός των διαχρονικών παραμορφώσεων της περιοχής του Νότιο - Ανατολικού Αιγαίου με χρήση ιστορικών γεωδαιτικών μετρήσεων και η διερεύνηση της συσχέτισης αυτών με την σεισμική και τεκτονική συμπεριφορά της περιοχής.

Τα διαθέσιμα ιστορικά γεωδαιτικά δεδομένα περιλαμβάνουν μετρήσεις τριγωνισμού από το αρχείο της ΓΥΣ, που εκτείνονται χρονικά μεταξύ των ετών 1895 και 1982 όχι όμως ενιαία για όλο το δίκτυο, αλλά ανά περιοχές και για διαφορετικές χρονικές περιόδους (συνολικά πέντε χρονικές περιόδοι ανάλυσης).

Τα δεδομένα αφού καταγράφηκαν και τεκμηριώθηκαν επεξεργάστηκαν ανά χρονική περίοδο σύμφωνα με τη μέθοδο που παρουσιάστηκε από τον Frank το 1966 και η οποία χρησιμοποιεί τις διαφορές των μετρήσεων γωνιών ενός τριγώνου, για δύο χρονικές εποχές, ώστε να προσδιορίσει τις παραμέτρους ( του τανυστή παραμόρφωσης για τη περιοχή του συγκεκριμένου τρίγωνου.

Η συγκεκριμένη προσπάθεια διαφέρει σε σχέση με άλλες

μελέτες που έχουν λάβει χώρα στο παρελθόν με ανάλογες επιδιώξεις στο γεγονός ότι κάνει χρήση του συνόλου της διαθέσιμης πληροφορίας (γωνιομετρήσεις όλων των χρονολογιών) και παράλληλα χρησιμοποιεί ως χωρική μονάδα ανάλυσης την μικρότερη δυνατή (τη περιοχή ενός τριγώνου). Μάλιστα για ορισμένες υποπεριοχές μελέτης (Ανατολικό Αιγαίο, Δωδεκάνησα και Κρήτη) αυτό γίνεται για πρώτη φορά.

Το αποτέλεσμα της όλης διαδικασίας επεξεργασίας και ανάλυσης των μετρήσεων γωνιών των τριγωνομετρικών σταθμών πρώτης τάξης οδηγεί στη βασική διαπίστωση ότι για το σύνολο των περιοχών (τριγώνων), οι οποίες παρουσιάζουν υψηλές τιμές ολικής διάτμησης, η συμπεριφορά αυτή μπορεί να συνδεθεί είτε με τη σεισμική ιστορική συμπεριφορά των εν λόγω περιοχών είτε με τη γεωλογία τους (διευθύνσεις ρηγμάτων).

Ως δευτερεύουσες διαπιστώσεις μπορούν να αναφερθούν η συμφωνία των αποτελεσμάτων ανάλυσης με αυτά των σύγχρονων μελετών αναφορικά με τις διευθύνσεις συστολής και διαστολής στη περιοχή της Ρόδου-Καρπάθου καθώς και η σημασία της μη «αδύναμης» γεωμετρίας των τριγώνων ανάλυσης στην ερμηνεία των τανυστών και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Οι προηγούμενες διαπιστώσεις οδηγούν αυτομάτως στο συμπέρασμα ότι οι ιστορικές γεωδαιτικές μετρήσεις είναι σε θέση, κατόπιν κατάλληλης επεξεργασίας και ανάλυσης, να παρέχουν πληροφορία για την τεκτονική συμπεριφορά της περιοχής μελέτης και τα αποτελέσματα αυτής (όπως οι παραμορφώσεις της επιφάνειας).

\* Διδάκτωρ ΕΜΠ



## «Υπηρεσία Ενημέρωσης Γεωκινδύνων για αστικές περιοχές Έργο PanGeo – Πιλοτική περιοχή Αθήνας»

Ελ. Πογιατζή<sup>1</sup>, Β. Κοντογιάννη<sup>2</sup>, Γ. Κωνσταντοπούλου<sup>3</sup>, Ν. Σπανού<sup>4</sup>

Στο πλαίσιο του έργου PanGeo, το οποίο ήταν ένα τριετές ερευνητικό έργο (1/2/2011 έως 31/1/2014) χρηματοδοτούμενο από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος Copernicus, δημιουργήθηκε η Υπηρεσία Ενημέρωσης Γεωκινδύνων για αστικές περιοχές. Πρόκειται για μία διαδικτυακή υπηρεσία, η οποία παρέχει στους χρήστες ανοικτή πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με γεωκινδύνους, αρχικά για 52 ευρωπαϊκές πόλεις καλύπτοντας το 13% περίπου του πληθυσμού της ΕΕ.

Το σύνολο των Εθνικών Γεωλογικών Ινστιτούτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμμετείχαν σαν ομότιμοι εταίροι στην Ομάδα του PanGeo, μαζί με 10 υψηλής εξειδίκευσης πανευρωπαϊκούς οργανισμούς. Από την Ελλάδα συμμετείχε το ΕΚΒΑΑ/ΙΓΜΕΜ με πιλοτικές πόλεις τις ευρύτερες περιοχές Αθηνών και Λάρισας.

Οι πληροφορίες σχετικά με τους γεωκινδύνους για κάθε μία πόλη παρουσιάζονται σε τυποποιημένη μορφή συμβατή με τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς, παρέχοντας ομογενοποιημένα αποτελέσματα.

Ο προσδιορισμός των περιοχών (πολυγώνων) με γεωκινδύνους βασίστηκε στη σύγκριση:

- των μετακινήσεων του εδάφους (στοιχεία PSI), τα οποία προέκυψαν από δορυφορικά δεδομένα ραντάρ μέσω της τεχνολογίας InSAR,
- των γεωλογικών δεδομένων της περιοχής και
- των επιτόπιων παρατηρήσεων εκδήλωσης γεωκινδύνων.

Η χωρική πληροφορία, που περιλαμβάνει την οριοθέτηση των πολυγώνων εκδήλωσης γεωκινδύνων (Geohazard Stability Layer - GSL) συνοδεύεται από περιγραφικά κείμενα για τη φύση των Γεωκινδύνων (Geohazard Description - GHD). Τα στοιχεία αυτά μπορούν να προβληθούν, είτε μέσω της πύλης του PanGeo (Pangeo portal), είτε μέσω του Google Earth™ ή ακόμα μπορούν να ληφθούν από το χρήστη σε μορφή ψηφιακών, διανυσματικών αρχείων και να ενσωματωθούν στο δικό του σύστημα. Η κλίμακα εργασίας ήταν 1:10.000.

Πιλοτική περιοχή Αθηνών:

Η περιοχή έρευνας ταυτίζεται με την περιοχή της πρώην Νομαρχίας Αττικής, η οποία περιλαμβάνει 34 Καθηκρητικούς δήμους συνολικής έκτασης 359,93Km<sup>2</sup>. Σημειώνεται ότι για την ίδια περιοχή έχει εκπονηθεί από το ΙΓΜΕ (Δεκέμβριος 2006) τεχνικογεωλογικός χάρτης σε κλίμακα 1:10.000, ο οποίος αξιοποιήθηκε για την αξιολόγηση των

μετρήσεων μετακινήσεων αναγλύφου (PSI) της χρονικής περιόδου από 18/05/1992 έως 19/08/1999.

Επειδή κατά το ανωτέρω διάστημα (1992-1999), ξεκίνησαν και ολοκληρώθηκαν οι εργασίες εκσκαφής 18km υπόγειων έργων του ΜΕΤΡΟ (γραμμές Σεπόλια - Σύνταγμα - Εθνική Άμυνα και Σύνταγμα - Δάφνη) κάτω από το μητροπολιτικό κέντρο της πόλης που συμπεριλάμβανε την κατασκευή 19 σταθμών, αναζητήθηκαν στα σημεία (PSI) τυχόν ενδείξεις καθιζήσεων επάνω από αυτές τις περιοχές.

Για την περιοχή των Αθηνών εντοπίστηκαν τέσσερις (4) κατηγορίες πολυγώνων γεωκινδύνων, οι οποίοι στο σύνολό τους συνδέονται με την ανθρωπογενή δραστηριότητα:

1. Περιοχή στην Ανθούπολη Περιστερίου έκτασης 1,42Km<sup>2</sup>, όπου καταγράφηκαν την περίοδο 1997-1999, αστοχίες σε κατασκευές, οι οποίες οφείλονται σε φαινόμενα εδαφικών υποχωρήσεων λόγω ύπαρξης κάτω από αυτές υπόγειων παλαιών εκμεταλλεύσεων λιγνίτη. Τα στοιχεία αυτά προέκυψαν από ερευνητικές εργασίες πεδίου του ΙΓΜΕ ενώ τα στοιχεία PSI δεν έδειξαν σαφείς διαφορικές μετακινήσεις.

2. Τμήμα της ανωτέρω περιοχής έκτασης 0,86Km<sup>2</sup> όπου απαντούν οι σοβαρότερες βλάβες και όπου σύμφωνα με σχετική μελέτη του ΙΓΜΕ (1999) προέκυψε ότι υπάρχει πιθανότητα οι αστοχίες να συνεχίσουν να επηρεάζουν το δομημένο περιβάλλον, καθώς στην περιοχή αυτή οι παλαιές στοές εκμετάλλευσης λιγνίτη δεν λιθογομώθηκαν.

3. Περιοχές επιχωμάτωσης παλαιών ρεμάτων, συνολικής έκτασης 0,63Km<sup>2</sup>, οι οποίες ενδέχεται στο μέλλον να δώσουν αστοχίες π.χ. πλημμυρικά φαινόμενα, καθιζήσεις, ζημιές μετά από σεισμό λόγω της τοπικής ενίσχυσης των σεισμικών κυμάτων.

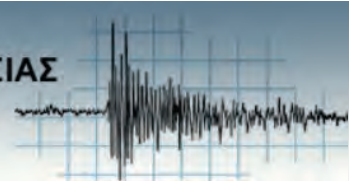
4. Δύο περιοχές στο βόρειο τμήμα του λεκανοπεδίου συνολικής έκτασης 5,32Km<sup>2</sup>, στις οποίες οι παρατηρηθείσες μετακινήσεις έχουν καταγραφεί μόνο από τα δεδομένα συμβολομετρίας και η γεωλογική ερμηνεία τους δεν μπορεί να δώσει σαφή αιτιολόγηση των μετακινήσεων αυτών.

Η Υπηρεσία Ενημέρωσης για του Γεωκινδύνους πιστεύουμε ότι είναι ένα δυναμικό και χρήσιμο εργαλείο για την τοπική αυτοδιοίκηση, την Πολιτική Προστασία αλλά και για κάθε πολίτη, στην προσπάθεια για τη θωράκιση της κοινωνίας έναντι των Γεωκινδύνων και μελλοντικά θα πρέπει να συμπεριλάβει και άλλες πόλεις της Ελλάδας. Η χρήση της συμβολομετρίας, πάντα σε συνδυασμό με τα επί τόπου στοιχεία, βοηθάει στον εντοπισμό πιθανών ασταθών περιοχών.

1, 3, 4 Τεχνικοί Γεωλόγοι, ΕΚΒΑΑ-ΙΓΜΕΜ

2 Πολιτικός Μηχανικός, ΕΚΒΑΑ-ΙΓΜΕΜ





## «GPS networks for Earthquake Early Warning (EEW)»

***Panos Psimoulis<sup>1,2</sup>, Nicolas Houlié<sup>2</sup>, Michael Meindl<sup>2</sup>, Markus Rothacher<sup>2</sup>, John Clinton<sup>3</sup>***

GPS networks are mainly used for supplementing seismic data for the Earth surface motions focusing on earthquake characterisation and rupture modelling. However, the availability of dense GPS networks of high-rate GPS records (up to 100 Hz) with a kinematic positioning accuracy of 1-5 cm, show the potential contribution GPS networks in the Earthquake Early Warning (EEW) systems.

We present an algorithm, based on the potential of 1Hz GEONET GNSS network, designed to detect sudden ground motions. The algorithm first detects transient changes in individual GPS time series and investigates for spatial correlation based on the analysis of data collected by neighbouring GPS sites to provide a motion

warning.

The algorithm was developed within the framework of the Bernese GNSS Software 5.1 and tested using records collected during the Mw9.0 Tohoku-Oki 2011 earthquake. The detection by GPS records of seismic wave arrival proved to be delayed of ~5-10sec with respect to a identical analysis carried out with strong-motion networks. The consistency of the GPS and strong-motion records seems to depend on the distance from the earthquake epicentre. Finally, we show based on our analysis of the GPS time series that Tohoku-Oki event was composed of two successive seismic ruptures, as already suggested by some studies based on the inversion of seismic data.

1. Nottingham Geospatial Institute, University of Nottingham, UK (panagiotis.psimoulis@nottingham.ac.uk)

2. Geodesy and Geodynamics Lab., Institute of Geodesy and Photogrammetry, ETH Zurich, Switzerland

3. Swiss Seismological Service, ETH Zurich, Switzerland

## «Ανάπτυξη του λογισμικού διάθεσης δεδομένων GSAC/UNAVCO στο πλαίσιο του NOANET»

***Panagiotis Argyrakis<sup>1</sup>, Athanassios Ganas<sup>1</sup>, Stuart Wier<sup>2</sup>***

Το NOANET αρχειοθετεί και διανέμει rinex αρχεία από 22 cGPS σταθμούς πανελλαδικά και από αρκετούς σταθμούς από συνεργαζόμενα ινστιτούτα από την Ευρώπη, τα οποία περιέχουν χρήσιμα δεδομένα για την επιστημονική έρευνα αλλά και την παρακολούθηση καταστάσεων εκτάκτου ανάγκης (π.χ. ηφαιστεια). Επίσης αυτά τα δεδομένα κρατούν πληροφορίες για την κατάσταση των γεωδαιτικών σταθμών, κωδικοποίηση μεταδεδομένων και στοιχεία εγκαταστάσεων στο πεδίο, τα οποία μεταβάλλονται ανά χρονικά διαστήματα αλλά πρέπει να είναι άμεσα διαθέσιμα στην επιστημονική κοινότητα διότι επηρεάζουν την επεξεργασία. Πρόσφατα δύο κέντρα στην Αμερική (CDDIS και SOPAC) σε συνεργασία με την UNAVCO και σε χρηματοδότηση από την NASA σχεδίασαν ένα λογισμικό για την απλοποίηση της αναζήτησης και πρόσβασης γεωδαιτικών δεδομένων το οποίο ονο-

μάζεται Geodesy Seamless Archive Centers (GSAC). Στο παρόν λογισμικό έγινε εγκατάσταση, αναβάθμιση και ανάπτυξη στο πλαίσιο του NOANET με αυτοματοποίηση της πρόσθεσης στοιχείων στην βάση του GSAC από το ίδιο το αρχείο δεδομένων του NOANET ενώ σύντομα θα δημιουργηθεί και ένα Federated GSAC το οποίο θα φέρνει το χρήστη σε άμεση επαφή με γεωδαιτικά δεδομένα από Ινστιτούτα από Ιταλία, Πορτογαλία, Γαλλία κ.α. Επίσης, η συνεχής ανάπτυξη του παρόντος λογισμικού δύναται να συμπεριλάβει και αρχεία από δεδομένα πηλομετρικών, σειсмоγράφων, επιταχυνσιογράφων και άλλων δικτύων δημιουργώντας μία πλήρη λύση για την διαχείριση και άμεση επαφή με δεδομένα τα οποία αποτελούν κρίσιμη πληροφορία για την μελέτη και αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών.

1 Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens, 11810 Athens, Greece, aganas@noa.gr ,

2 Geodetic Data Services UNAVCO wier@unavco.org





## «Crustal deformation associated with the Cephalonia, Ionian Sea (Greece), sequence of strong earthquakes of January-February 2014 »

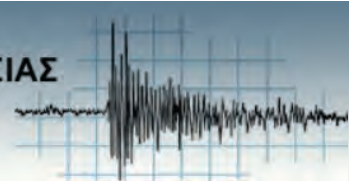
*G.A. Papadopoulos<sup>1</sup>, V. Karastathis<sup>1</sup>, I. Koukouvelas<sup>2</sup>, M. Sachpazi<sup>1</sup>, I. Baskoutas<sup>1</sup>, G. Chouliaras<sup>1</sup>, A. Agalos<sup>1</sup>, E. Daskalaki<sup>1</sup>, G. Minadakis<sup>1</sup>, A. Moschou<sup>1</sup>, A. Mouzakiotis<sup>1</sup>, K. Orfanogiannaki<sup>1</sup>, A. Papageorgiou<sup>1</sup>, D. Spanos<sup>2</sup>, I. Triantafyllou<sup>1</sup>*

On 26.1.2014 (Mw6.0) and 3.2.2014 (Mw5.9) two strong earthquakes ruptured the western Cephalonia Isl., Ionian Sea (Greece), at the SSW-wards continuation of the Lefkada segment of the Cephalonia Transform Fault Zone (CTFZ), causing considerable damage and a variety of ground failures. High-precision relocation of the aftershocks implies that the seismogenic layer was of 35 km in length (L) striking NNE-SSW, 10 km maximum width and 15 km in thickness. Two aftershock spatial clusters were revealed at north (L1~10 km) and at south (L2~25 km). However, no time correlation was found between the two clusters and the two strong earthquakes. Fitting the temporal evolution of aftershocks to the Omori-law showed a slow aftershock decay. Fault plane solutions produced by moment tensor inversions indicated that the strong earthquakes as well as a plenty of aftershocks (Mw $\geq$ 4.0) were associated with dextral strike-slip faulting with some thrust component and preferred fault planes striking about NNE-SSW. Average fault plane parameters obtained for the three largest events are: strike 21( $\pm$ 2)0, dip 65.5( $\pm$ 3)0, slip 173( $\pm$ 3)0. Broadband P-wave teleseismic records were inverted for understanding the rupture histories. It was found that the earthquake of 26.1.2014 had a complex source time function with c. 62 cm maximum slip, source duration of ~12 s and downwards rupture. Most of the slip was concentrated on

a 13 km x 9 km fault rupture. The earthquake of 3.2.2014 had a relatively simple source time function related with one big patch of slip with maximum slip c. 45 cm, with 10 s source duration. The rupture was directed upwards which along with the shallow focus (~5 km) and the simple source time function may explain the significantly larger (0.77 g) PGA recorded with the second earthquake with respect to the one recorded (0.56 g) with the first earthquake. Most of the slip was concentrated on a 12 km x 6 km fault rupture. Maximum seismic intensity (Im) of level VII and VIII to VIII+ was felt in Lixouri town and the nearby villages from the first and the second earthquake, respectively. The rupture histories and the increased building vulnerability after the damage caused by the first shock may account for the larger Im caused by the second shock. However, the ground failures area of the second earthquake was nearly half of that of the first earthquake, which is consistent with the faster attenuation of ground acceleration away from the meizoseismal area caused by the second earthquake with respect to the first one. From that the 2014 earthquakes ruptured on land western Cephalonia we suggested to revise the CTFZ geometry in the sense that the Lefkada CTFZ segment does not terminates offshore NW Cephalonia but extends towards SSW in western Cephalonia.

1 Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens, 11810 Athens, Greece

2 Department of Geology, University of Patras, 26500 Patras, Greece



## «BEYOND Center of Excellence for monitoring geophysical activity and geo-hazard mapping»

*J. Papoutsis<sup>1</sup>, C. Kontoes<sup>1</sup>, A. Ganas<sup>2</sup>, V. Karastathis<sup>2</sup>,  
N. Svigkas<sup>1</sup>, C. Psychogiou<sup>1</sup>, M. Kaskara<sup>1</sup>,  
A. Barberopoulou<sup>1</sup>, G. Balasis<sup>1</sup>, S. Solomos<sup>1</sup>,  
V. Amiridis<sup>1</sup>, T. Herekakis, A. Prokos*

Within the National Observatory of Athens (NOA) it has been recently established a Centre of Excellence for Earth Observation based monitoring of Natural Disasters in south-eastern Europe, named BEYOND - <http://beyond-eocenter.eu/>. It aims primarily at setting up innovative integrated observational solutions to operate space-borne and ground-based monitoring networks in a complementary, unified and coordinated manner. The research portfolio covers a broad spectrum of phenomena, addressed under the various research domains of BEYOND: geohazards, meteorological and human induced hazards, and atmospheric pollution and air quality.

Concerning geo-hazard mapping, the onset of the new Millennium, found remote sensing scientists, geophysicists, geodesists, and engineers equipped with powerful new tools for measuring crustal deformation via Earth Observation. The growing flow of satellite data, along with the development of innovative algorithms and processing chains, have allowed the systematic mapping of surface deformation, pertinent to earthquakes, volcanic eruptions, landslides and ground subsidence occurring from manmade activities, leading to the enhancement of our knowledge and understanding of the manifestation of several geophysical phenomena and the processes that govern them.

To this end, BEYOND primarily builds upon state-of-the-art optical remote sensing technologies, differential interferometry techniques and Persistent Scatterer methods. The resulting products are integrated with in-situ observations from the National Seismological Network, the NOANET GPS network, and the ENIGMA magnetometer network established at NOA, to monitor the geodetic activity in Greece and beyond, interpret

geophysical phenomena, assess and map damages after catastrophic events.

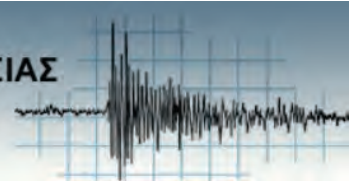
Characteristic examples of studies that have been conducted in the framework of BEYOND will be highlighted, starting from the intense geophysical activity that took place at Santorini volcano in early 2011. Using satellite radar interferometry we detected and estimated a clear and large inflation signal, up to 150 mm/yr in the line-of-sight direction, with a radial pattern outward from the center of the caldera. Since February 2012 the latest InSAR data suggest that the intense geophysical activity has diminished, signaling a new phase of relative geophysical stability in the area. In the same direction, a complimentary modeling application for the simulation of volcanic ash dispersion has been customized for Santorini, designed to provide an early warning system. This information is of particular interest for aviation safety.

Crustal deformation estimated with high resolution TerraSAR-X and COSMO-SkyMed imagery and associated with the mainly right-lateral 3.2.2014 Cephalonia earthquake (Mw5.9) will be also discussed. A line-of-sight uplift of up to 18 cm was observed for most parts of the Paliki peninsula, while the eastern part of Cephalonia remained stable with subsidence identified near the ruptured fault. Moreover, the potential for fast and accurate post-earthquake damage assessment using a UAV at Lixouri will emerge.

Finally, we will present a time-series analysis using ERS and Envisat Synthetic Aperture Radar data for mapping diachronic ground motions in Athens/Attica, to showcase the significance of the accurate, seamless and consistent monitoring of subsidence in an urban environment.

1. Institute of Astronomy, Astrophysics, Space Applications & Remote Sensing, National Observatory of Athens, 11810 Athens, Greece

2. Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens, 15236 Penteli, Greece

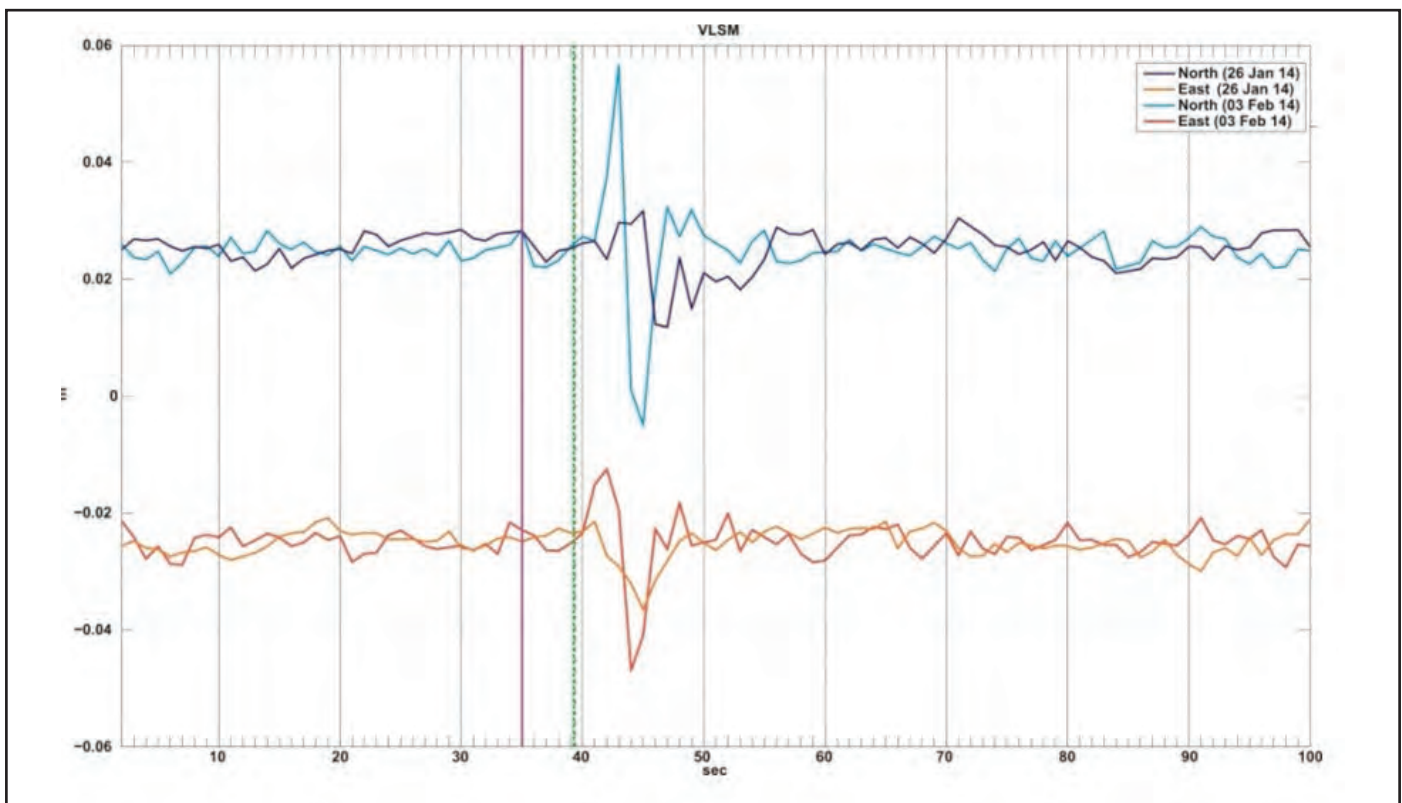


## «Dynamic and Static Displacements Recorded on Continuous GPS Stations Following the Jan. 26 and Feb. 3, 2014 M6 Cephalonia (Greece) Earthquakes»

*Athanassios Ganas<sup>1</sup>, Flavio Cannavo<sup>2</sup>, Konstantinos Chousianitis<sup>1</sup> @ George Drakatos<sup>1</sup>*

We report cm-size displacements of continuous GPS stations onshore the island of Cephalonia, Ionian Sea, Greece, following the passage of seismic waves from two (2) shallow earthquakes on Jan 26, 2014 and Feb 3, 2014, respectively. First, we estimated the displacements from the high-rate GPS data collected at the stations close to the epicenters by using state-of-art data processing strategies. The time series of displacements were analyzed both in time and frequency domains. From the dynamic analysis of 1Hz data (Figure 1) it is shown that the second event was

recorded at station VLSM (Valsamata) with higher amplitudes on both horizontal components, despite its smaller moment magnitude. The static field of deformation is characterized by permanent motion in the NW-SE direction, in agreement with the right-lateral kinematics of both ruptures. The northward motion of station KIPO (Kipouria) implies that the western peninsula of Cephalonia island (Paliki) belongs to a separate crustal block with respect to the rest of the island



1. Institute of Geodynamics, National Observatory of Athens, 11810 Athens, Greece, aganas@noa.gr, chousianitis@noa.gr, g.drakat@noa.gr

2 INGV, Catania, Italy, flavio.cannavo@ct.ingv.it



[www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)