

Η τεχνολογία και οι νέες δυνατότητες του σεισμολογικού δικτύου του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης

Δρ Σουλβάνα Πηλείδου
Γεωλογικός Λειτουργός
στο Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης

Με την Κύπρο να πλήττεται συχνά από καταστροφικούς σεισμούς, από τα ιστορικά χρόνια μέχρι σήμερα, είναι πολύ σημαντικό να παρακολουθείται η σεισμικότητα της περιοχής μας ΟΧΙ επειδή μπορούν να σωθούν ζωές *άμεσα* με την πρόβλεψη του φαινομένου, ΑΛΛΑ επειδή μπορούν να σωθούν ζωές *έμμεσα* με τη συνεχή βελτίωση των αντισεισμικών μέτρων προστασίας που εφαρμόζονται στη χώρα.

Το πρώτο σεισμόμετρο εγκαταστάθηκε στην Κύπρο το 1984 και το πρώτο δίκτυο σεισμολογικών σταθμών, που κάλυπτε ολόκληρο το νησί, λειτούργησε το 1997 από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης. Δεν είναι τυχαίο που αυτό έγινε λίγο μετά από τον ισχυρό σεισμό του 1996 στη θαλάσσια περιοχή της Πάφου, μεγέθους 6.8 βαθμών στη Κλίμακα Richter, οποίος αποτελεί και το μεγαλύτερο σε μέγεθος σεισμό που έπληξε την Κύπρο κατά τα τελευταία 120 χρόνια.

Δεκαπέντε χρόνια μετά, η πρόοδος στην τεχνολογία στον τομέα των σεισμολογικών οργάνων, τηλεπικοινωνιών και μηχανογράφησης δημιούργησε την ανάγκη για πλήρη αναβάθμιση τόσο του δικτύου όσο και της σχετικής υποδομής. Έτσι, το 2011 το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης προχώρησε σε λεπτομερή σχεδιασμό ενός νέου σεισμολογικού δικτύου με προδιαγραφές που να το εντάσσουν στα πιο προηγμένα και σύγχρονα σεισμολογικά δίκτυα του κόσμου.

Το 2014, μετά από τρία χρόνια εργασιών, λειτούργησε πλήρως το νέο Εθνικό, Ψηφιακό Σεισμολογικό Δίκτυο της Κύπρου (Διάγραμμα 1) με 11 σεισμολογικούς σταθμούς. Κύρια χαρακτηριστικά του αποτελούν η ποιότητα και ευκρίνεια των σεισμολογικών δεδομένων, η συνεχής καταγραφή τους στον τρισδιάστατο χώρο και η απρόσκοπτη μετάδοσή τους σε πραγματικό χρόνο, η αξιοπιστία και ακρίβεια των υπολογισμών, η αυξημένη διακριτικότητα του

δικτύου όσο αφορά τοπικούς σεισμούς αλλά και η αυξημένη εμβέλεια του όσο αφορά μακρινούς σεισμούς και η καλύτερη, αμεσότερη και ακριβέστερη ενημέρωση του πολίτη.

Κατά τον Οκτώβριο 2016 το δίκτυο προεκτάθηκε με νέο σεισμολογικό σταθμό στην περιοχή Τροόδους (Διάγραμμα 2), ο οποίος αποτελεί τον δέκατο χερσαίο σταθμό του σεισμολογικού δικτύου της Κύπρου.

Το Εθνικό, Ψηφιακό Σεισμολογικό Δίκτυο της Κύπρου σήμερα αποτελούν:

- 12 υπαίθριοι σεισμολογικοί σταθμοί (δέκα χερσαίοι και δύο υποθαλάσσιοι – βλ. Διάγραμμα 1) εξοπλισμένοι με τελευταίας τεχνολογίας σεισμόμετρα τριών συνιστωσών, ευρέως φάσματος (broadband) και υψηλής διακριτικής ικανότητας, με ψηφιακούς σειсмоγράφους (ψηφιοποιητές) και αυτόνομη και απρόσκοπτη παροχή ενέργειας.
- Αυτόνομο δορυφορικό δίκτυο τηλεπικοινωνιών τύπου (VSAT) το οποίο στηρίζει αμφίδρομες τηλεπικοινωνίες μεταξύ των χερσαίων σεισμολογικών σταθμών και των δύο σεισμολογικών κέντρων.
- Διαδικτυακό σύστημα τηλεπικοινωνιών το οποίο στηρίζει εφεδρικά τη μετάδοση δεδομένων από κύριους σεισμολογικούς σταθμούς.
- Το σεισμολογικό κέντρο Λευκωσίας (Διάγραμμα 3), το οποίο μετά από πλήρη αναβάθμιση στηρίζει τη συνεχή λήψη και αποθήκευση των σεισμολογικών δεδομένων από τους νέους σεισμολογικούς σταθμούς της Κύπρου και από άλλους 50 γειτονικούς και περιφερειακούς σεισμολογικούς σταθμούς, την αποστολή των κυπριακών σεισμολογικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε άλλα σεισμολογικά κέντρα και διαθέτει εργαλεία για, μεταξύ άλλων, την αυτόματη και ημί-αυτόματη επεξεργασία των δεδομένων, σύστημα ποιοτικού ελέγχου δεδομένων, σύστημα ελέγχου και ρυθμίσεων των υπαίθριων σταθμών από απόσταση, σύστημα αυτόματων ειδοποιήσεων για σεισμικά γεγονότα, κ.α..
- Το εφεδρικό σεισμολογικό κέντρο Μαθιάτη, το οποίο λειτουργώντας εντελώς ανεξάρτητα από το κύριο κέντρο Λευκωσίας, στηρίζει όλες τις απαραίτητες λειτουργίες.

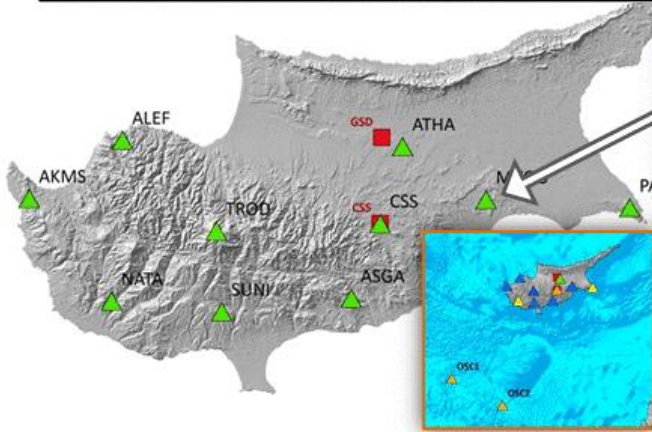
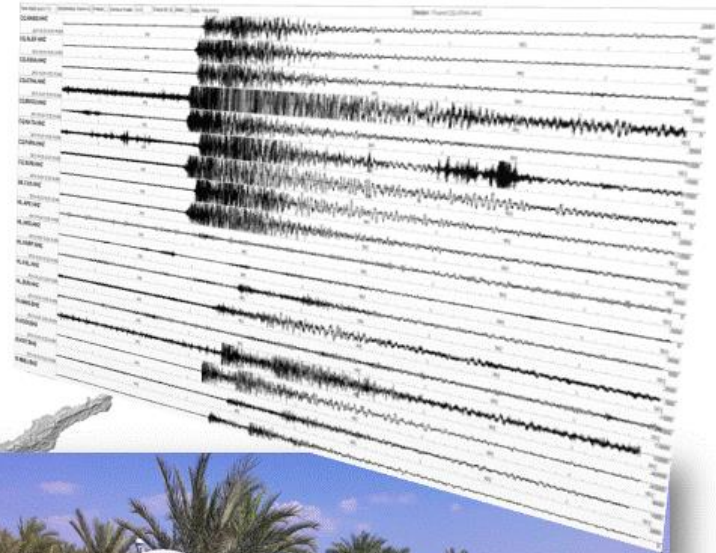
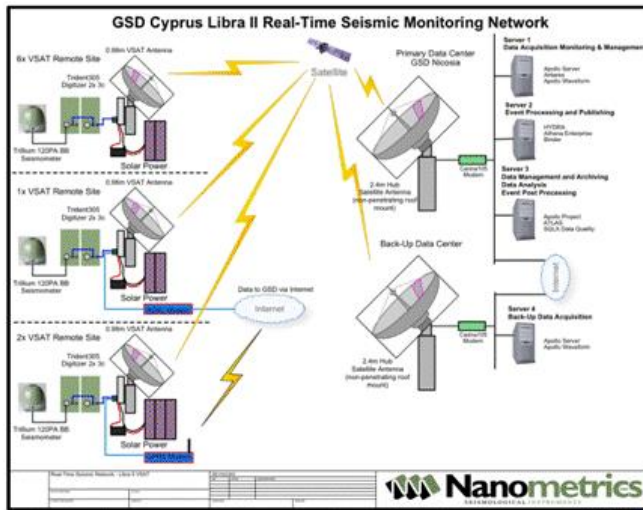
Η απόδοση του δικτύου είναι ιδιαίτερα ικανοποιητική (Διάγραμμα 4), με διακριτικότητα που φτάνει σε καταγραφή σεισμών με μεγέθη από $M=0,8$ σε κάποιες περιοχές της Κύπρου και σε καταγραφή όλων των σεισμών του πλανήτη με μεγέθη $M>4.8$. Κατά μέσο όρο καταγράφει κάθε χρόνο τουλάχιστο 2,000 σεισμούς από τους οποίους οι 1,300 έχουν εστίες στην ευρύτερη

περιοχή της Κύπρου. Ένα πολύ μικρό ποσοστό των σεισμών αυτών, της τάξης του 0.5% γίνονται αισθητοί από πολίτες της Κύπρου.

Με τη λειτουργία του νέου αυτού δικτύου η Κύπρος έχει ενταχθεί για πρώτη φορά στον Παγκόσμιο Οργανισμό Ψηφιακών Σεισμολογικών Δικτύων ([International Federation of Digital Seismograph Networks -- FDSN](#)) με τον αναγνωριστικό κωδικό του Κυπριακού Εθνικού Σεισμολογικού Δικτύου "CQ". Τα δεδομένα του έχουν πολύ πρόσφατα διατεθεί στη σεισμολογική κοινότητα και μέσω ερευνητικών προγραμμάτων και μελετών αναμένεται να συμβάλουν δραματικά στην καλύτερη κατανόηση των χαρακτηριστικών των σεισμογόνων ρηγμάτων της Κύπρου και της δομής του φλοιού και ανώτερου μανδύα της γης στην περιοχή μας.

Ένα πολύ σημαντικό αποτέλεσμα της αναβάθμισης του σεισμολογικού δικτύου της Κύπρου αφορά και στον τομέα της καλύτερης, εγκυρότερης και αμεσότερης ενημέρωσης του πολίτη (Διάγραμμα 5). Μέσω της ιστοσελίδας του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης (www.moa.gov.cy/gsd) οι επισκέπτες, μεταξύ άλλων έχουν πρόσβαση στην βάση σεισμολογικών δεδομένων του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης και μπορούν επιπλέον να παρακολουθήσουν ζωντανά, αλλά και πίσω στο χρόνο, τις καταγραφές όλων των σεισμολογικών σταθμών. Επιπρόσθετα, όλες οι πληροφορίες που αφορούν τους σεισμούς, που εκδηλώνονται στην ευρύτερη περιοχή της Κύπρου, δημοσιεύονται (μόλις ολοκληρωθεί η επεξεργασία των δεδομένων) στο λογαριασμό Twitter [@CY_earthquakes](#) του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης.

Το 2015 το νέο Σεισμολογικό Δίκτυο της Κύπρου έγινε γνωστό στη παγκόσμια σεισμολογική κοινότητα (Διάγραμμα 6), όταν η προμηθεύτρια εταιρία του εξοπλισμού, λόγω των καινοτόμων προδιαγραφών και τρόπο λειτουργίας του δικτύου, θεώρησε το Κυπριακό Σεισμολογικό Δίκτυο σαν ένα πρότυπο παράδειγμα ενός τοπικού σεισμολογικού δικτύου με τη χρήση πρωτοποριακής τεχνολογίας και πολλαπλά επίπεδα εφεδρείας.



Διάγραμμα 1: Το νέο Εθνικό Ψηφιακό Σεισμολογικό Δίκτυο του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης αποτελείται από 10 χερσαίους (πράσινα τρίγωνα) και 2 υποθαλάσσιους (ιδιοκτησία της εταιρίας CSnet International Inc.) ψηφιακούς, ευρέως φάσματος, σεισμολογικούς σταθμούς και δύο αναβαθμισμένα σεισμολογικά κέντρα (κόκκινα τετράγωνα), δικτυωμένα με αυτόνομο δορυφορικό σύστημα τηλεπικοινωνιών για αμφίδρομες τηλεπικοινωνίες και εφεδρικά με διαδικτυακό σύστημα τηλεπικοινωνιών.



Διάγραμμα 2: Ο νέος σεισμολογικό σταθμός στην περιοχή Τροόδους, ο οποίος εγκαταστάθηκε κατά το 2016 και αποτελεί τον δέκατο χερσαίο σταθμό του νέου Σεισμολογικού Δικτύου της Κύπρου.

Αναβαθμισμένο Σεισμολογικό Κέντρο Λευκωσίας



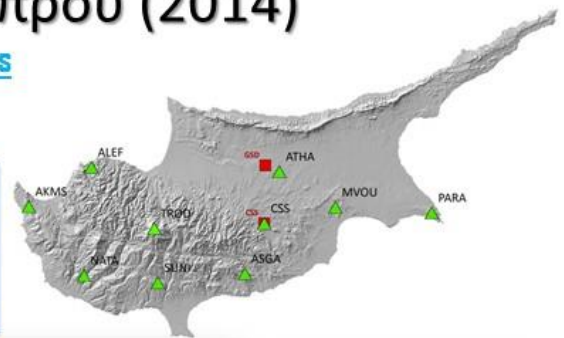
Διάγραμμα 3: Το πλήρως αναβαθμισμένο Σεισμολογικό Κέντρο Λευκωσίας του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης.

Το Σεισμολογικό Δίκτυο της Κύπρου (2014)

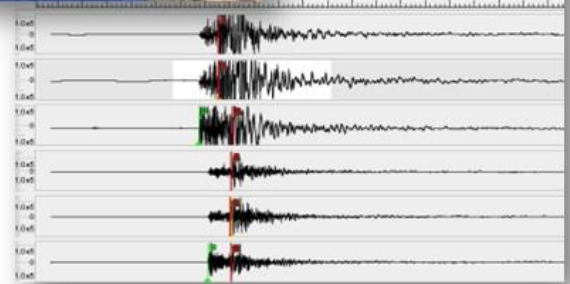
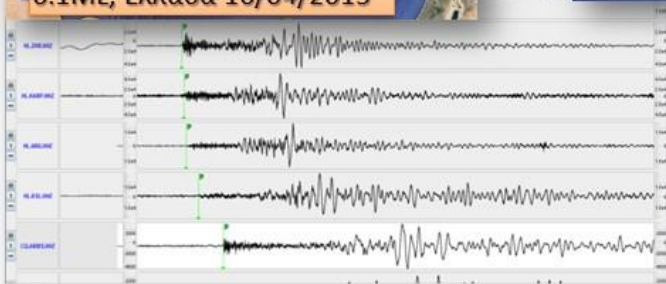
web <http://81.4.135.34:8080> twitter [@CY_earthquakes](https://twitter.com/CY_earthquakes)

Σεισμοί που καταγράφονται κάθε χρόνο

- Περισσότεροι από 800 τοπικοί (> 0.8ML)
- Περισσότεροι από 600 περιφερειακοί (> 3.0ML)
- Περισσότεροι από 600 μακρινοί (> 4.8ML)



Τοπικός
4.6ML, 18/03/2017



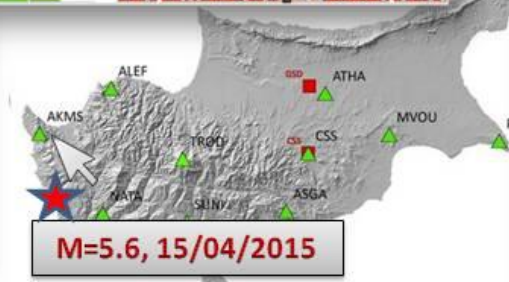
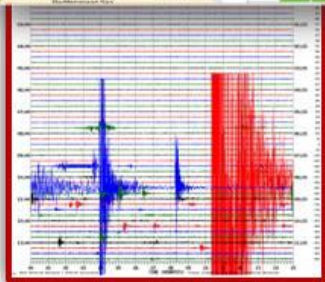
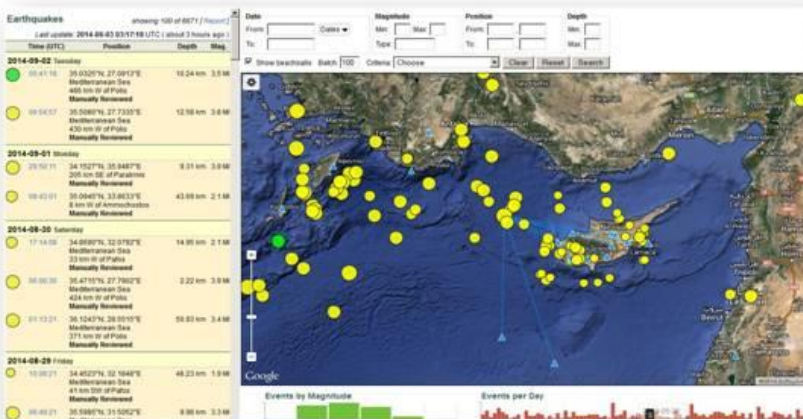
Διάγραμμα 4: Η απόδοση του νέου σεισμολογικού δικτύου της Κύπρου, όσο αφορά ανιχνευσιμότητα σεισμών.

Νέα Ιστοσελίδα Σεισμολογικού Κέντρου

<http://www.moa.gov.cy/gsd>

<http://81.4.135.34:8080>

& Twitter [@CY_earthquakes](https://twitter.com/CY_earthquakes)



...οι Σεισμοί
...οι Συχνές
...ωτήσεις
...ροθτικό Πλαίσιο
...όχοι
...ραστηριότητες
...Ενημέρωση
...Μελέτες και
...Προγράμματα
...Ευρωπαϊκή Ένωση
...Εκδόσεις προς πώληση
...Μηφικά Δεδομένα
...τυπα
...βιοθήκη
...Εργασίες
...ορές
...ημόσιων



Διάγραμμα 3: Μπορείτε να πληροφορείστε έγκυρα και άμεσα για τους σεισμούς της Κύπρου μέσω των ιστοσελίδων (www.moa.gov.cy/gsd, 81.4.135.34:8080) και λογαριασμού Twitter ([@CY_earthquakes](https://twitter.com/CY_earthquakes)) του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης.

STRATEGIC INTELLIGENCE
fueled by SCIENCE

Mission Critical Seismic Network CQ Net: Republic of Cyprus

With an average of one catastrophic earthquake every century and one destructive/damaging earthquake every decade, the Republic of Cyprus, Geological Survey Department (GSD), have a mandate to monitor seismic activity for Cyprus and the Eastern Mediterranean in real-time on a daily basis. The last time the Republic of Cyprus updated their seismic network was in 1997, in the pre-broadband, pre-digital technology era, so an upgrade was long overdue. The GSD faced some serious challenges in order to accomplish this feat. Not only were there the usual fiscal barriers when embarking on this project, but also a key objective for this network was to remain self-sufficient. At the time, the GSD consisted of only 2 people in the Geophysics and Seismology department; one seismologist/geophysicist and one engineer. They did not have the budget to install a state-of-the-art seismic system as well as increase the number of staff that has traditionally been required in order to run such an endeavor.

Today, the Republic of Cyprus Geological Survey Department boasts one of the most advanced real-time seismic networks on the globe. The GSD seismology team is completely self-sufficient with two seismologists and one engineer. The new seismic network consists of a private satellite network with real-time earthquake detection and processing, including data management software with 24/7 high availability network monitoring.

How did they do it?

In 2008, the GSD seismology team turned to the leading earthquake-monitoring companies, including Nanometrics, to help them with their challenge and explore the available options. In 2011 the GSD director managed to secure a budget and gave the team the green light to prepare and proclaim an international tender in early 2012. Nanometrics, the tender winner, took the time to thoroughly understand the GSD's requirements and worked closely with the GSD team to design a self-sufficient network that would meet their needs.

During 2012-2013 the GSD team finalized the 9 station locations (8 stations and one provisional) and carried out all the necessary civil works at the sites. The locations were chosen based on a number of criteria, such as geographical coverage, geological setting (bedrock) of the site, accessibility, land

The Republic of Cyprus has independent ownership and operation of a Nanometrics turn-key seismic network.

Διάγραμμα 4: Το νέο Εθνικό Ψηφιακό Σεισμολογικό Δίκτυο του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης αποτελεί πρότυπο ενός σύγχρονου τοπικού σεισμολογικού δικτύου. Η Μελέτη Περίπτωσης (Case Study) του 2015 της εταιρίας Nanometrics Inc. είναι αναρτημένη στην ιστοσελίδα του Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης (www.moa.gov.cy/gsd).