



ModernGravNet

Εκσυγχρονισμός του Ελληνικού Δικτύου Βαρύτητας
Modernization of the Hellenic Gravity Network

Ημερίδα “Εκσυγχρονισμός του Ελληνικού Δικτύου Βαρύτητας”
22 Δεκεμβρίου 2022

Γεωειδές και Ελληνικό Κατακόρυφο Δίκτυο

Βασίλειος Γρηγοριάδης¹, Βασίλειος Ανδριτσάνος²,
Δημήτριος Νατσιόπουλος¹

¹GravLab, Τομέας Γεωδαισίας και Τοπογραφίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

²GAEA, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής



GRAV
LAB



ΕΛΙΔΕΚ
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Μέχρι και σήμερα:

Ορίζεται το θεμελιώδες σημείο ή σημεία από πολυετείς μετρήσεις παλιρροιογράφου/ων

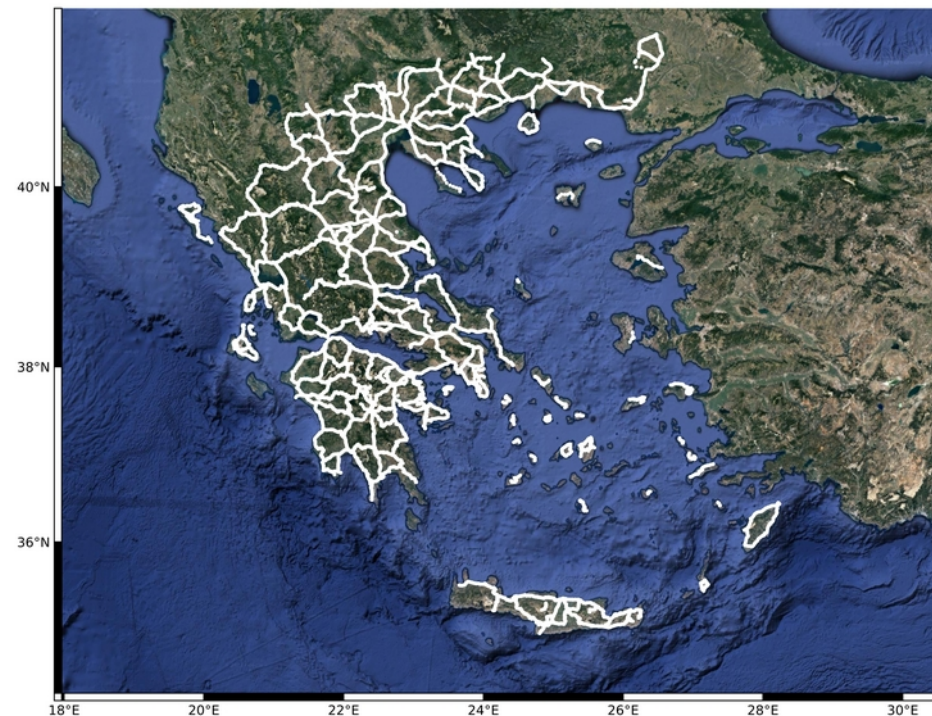
Δημιουργείται δίκτυο χωροσταθμικών αφετηριών που ενώνονται με χωροστάθμηση

Ελλάδα: Υπεύθυνη η ΓΥΣ

Ορίζεται από:

Παλιρροιογράφο στο Λιμάνι του Πειραιά (1933-1978 : ΜΣΘ)

Παλιρροιογράφους στα νησιά



Πηγή δεδομένων: ΓΥΣ / Google

Προβλήματα μέχρι και σήμερα:

- Καθιζήσεις
- Καταστροφές αφετηριών
- Σφάλμα απόλυτης τιμής υψομέτρου αυξάνει με την απόστασης από την αφετηρία
- Απαιτείται χωροστάθμηση για τη μεταφορά υψομέτρου
- Οι δέκτες GNSS δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό ορθομετρικών υψομέτρων

Εναλλακτικά:

Μοντέλο γεωειδούς (3Δ datum)

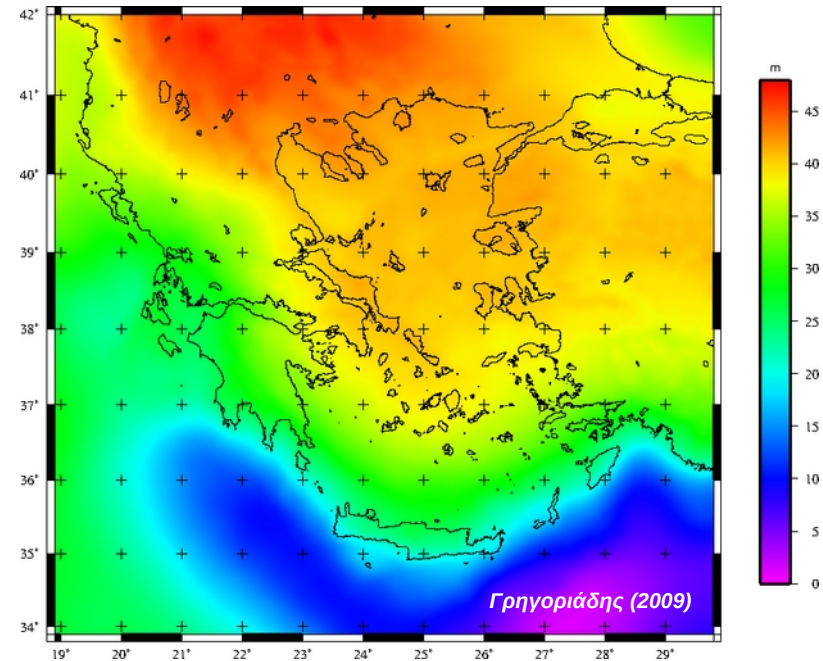
Προσδιορισμός ορθομετρικών υψομέτρων με δέκτες GNSS

Απαιτήσεις:

- Μοντέλο γεωειδούς υψηλής ανάλυσης και ακρίβειας
- Ίδια ή τουλάχιστον παραπλήσια ακρίβεια σε όλη την περιοχή κάλυψης
- Δυνατότητα διαχρονικής παρακολούθησης του πεδίου βαρύτητας και ενημέρωση του μοντέλου

Είδη γεωειδούς βάσει πρωτογενών δεδομένων:

- Βαρυτημετρικό γεωειδές
- Γεωμετρικό γεωειδές
- Αστρογεωδαιτικό γεωειδές
- Αλτιμετρικό γεωειδές (θάλασσα)
- Λύσεις συνδυασμού/Υβριδικές λύσεις



Μοντέλα γεωειδούς για τον ελληνικό χώρο

Ενδεικτικά:

Balodimos (1972)

Arabelos (1980)

Arabelos et al. (1982)

Tziavos (1984)

Doufexoroulou-Patsada (1985)

Tziavos (1987)

Arabelos and Tziavos (1989)

Tziavos and Andritsanos (1999)

Γρηγοριάδης (2009)

Daras (2010)

GravLab (2010)

ΓΥΣ (2020)

Και άλλες τοπικές λύσεις, π.χ.:

Andritsanos (2000)

Vergos et al. (2005)

κλπ

Και περιφερειακές λύσεις, π.χ.:

GeoMed Geoid

GeoMed2 Geoid

Και μοντέλα γεωειδούς σε
GNSS δέκτες (HEPOS)



1972

Προβλήματα

- × Έλλειψη πρωτογενών δεδομένων
- × Κακή χωρική κατανομή διαθέσιμων δεδομένων
- × Ελλιπής τεκμηρίωση
- × Κακής ακρίβειας συντεταγμένες θέσης και ύψους
- × Παραδοχές για τα δεδομένα ως προς σύστημα αναφοράς βαρύτητας και προσέγγιση των παλιρροιών
- × Χαμηλής ακρίβειας/ανάλυσης μοντέλα
- × Έλλειψη αξιόπιστων δεδομένων επαλήθευσης

2022

Ξηρά

ΓΥΣ

Βάσεις δεδομένων βαρύτητας

Δεδομένα για συγκεκριμένες περιοχές από ερευνητικές εργασίες

Θάλασσα

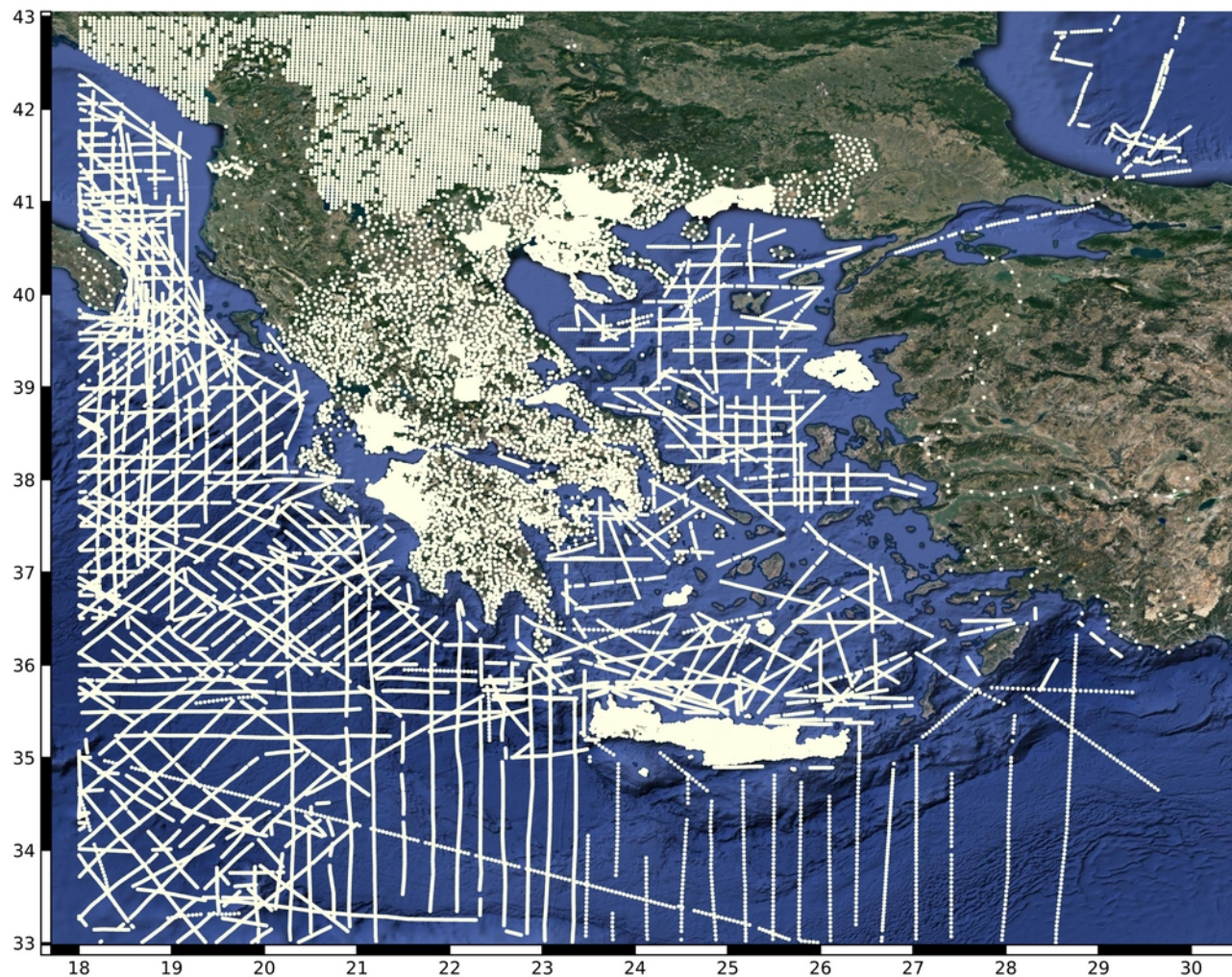
Θαλάσσιες καμπάνιες

Μεμονωμένες εναέριες μετρήσεις

Αντιστροφή δεδομένων αλτιμετρίας (έμμεσος τρόπος)

Διαφορετικές Πηγές

- ASIG
- BGI
- Casten and Makris (2001)
- GravLab
- Kiriakidis (1985)
- Melisinos et al. (2021)
- ModernGravNet
- Morelli et al. (1975)
- ΒΔΒ Lagios et al. (1994)
- ΓΥΣ
- Τσόκας (1985)



Προβλήματα:

- Παλαιά δεδομένα (> 95%)
- Άγνωστο σύστημα αναφοράς βαρύτητας
- Άγνωστες διορθώσεις στις τιμές βαρύτητας
- Άγνωστη προσέγγιση της παλίρροιας
- Ορθομετρικά υψόμετρα σημείων κατά προσέγγιση
- Θέση σημείων σε άγνωστο σύστημα αναφοράς

Λύσεις:

- Απομάκρυνση παλαιών τιμών στις περιοχές με νέες
- Οπτικός έλεγχος / έλεγχος για πιθανώς εσφαλμένες τιμές / έλεγχος για χονδροειδή σφάλματα (στατιστικές & στοχαστικές μέθοδοι)
- Εφαρμογή του νέου μοντέλου μετασχηματισμού των τιμών βαρύτητας για αναφορά στο “πραγματικό” πεδίο βαρύτητας (έμμεση διόρθωση παλίρροιας και συστηματικών σφαλμάτων)

Σύστημα Αναφοράς: ITRF2014 (νέες τιμές) / WGS84 (παλαιές τιμές)

Προσέγγιση παλίρροιας: Μηδενική παλίρροια (zero-tide) (IAG*)

Σύστημα Αναφοράς Βαρύτητας:

Σταθμός Απόλυτης Τιμής GravLab (A10)

Παγκόσμια Γεωδυναμικά Μοντέλα:

XGM2019e_2159 / EIGEN-6C4 / EGM2008 / SGG-UGM-2

Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους-Βάθους:

ModernGravNet (συνδυασμός Copernicus / Greek Seas / EmodNET)

- Αναγωγή υπολειπόμενης τοπογραφίας (RTM)

- Τοπογραφικές διορθώσεις για διόρθωση N-ζ

[mGal]

μοντέλο	ελάχιστη τιμή	μέγιστη τιμή	μέσος όρος	τυπική απόκλιση
αρχικό πεδίο	-233.49	262.23	-19.14	71.77
EGM2008	-88.57	63.47	6.19	8.27
EIGEN-6C4	-89.63	67.97	6.30	8.37
SSG-UGM-2	-79.21	74.20	6.21	8.60
XGM2019e_2159	-93.22	73.30	5.93	9.48

Τεχνική Απομάκρυνσης – Υπολογισμού – Επαναφοράς

- Σημειακή Προσαρμογή με συνάρτηση συμμεταβλητότητας:
 - * μοντελοποιημένη Tscherning-Rapp
 - *προσαρμοσμένη σε συντελεστές συμμεταβλητότητας
- 1Δ FFT (Wong-Gore τροποποίηση πυρήνα)
- Συστήματα Εισόδου – Εξόδου (Φασματική μέθοδος)



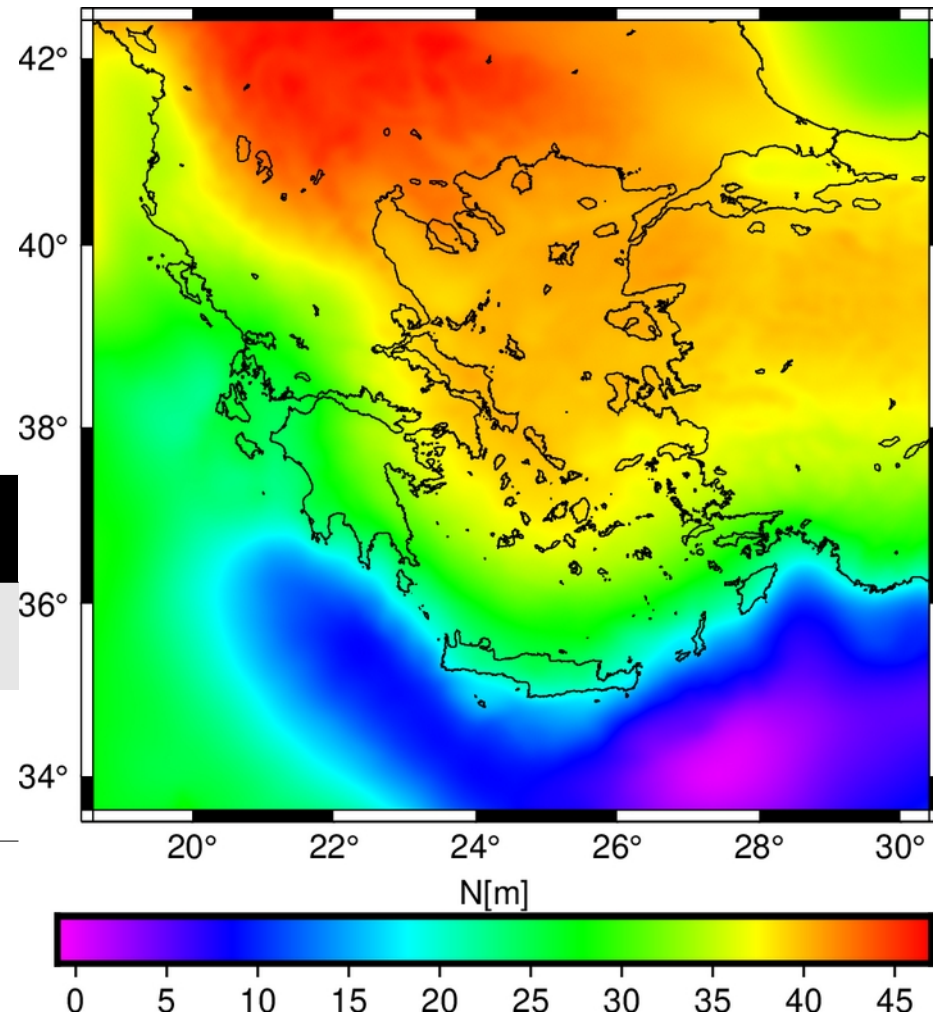
Νέα Μοντέλα Γεωειδούς

Νέο μοντέλο FFT-WG με XGM2019e_2159, RTM, N-ζ, νεό DSM/DBM

Συγκρίσεις με GNSS/χωροστάθμηση
από Κτηματολόγιο ΑΕ [m]

1691 σημεία	Μ.Ο.	Τ.Α.
FFT-WS	-0.04	0.14
ΓΥΣ 2020 Beta*	-0.04	0.12

**μοντέλο με προσαρμογή*



Μοντελοποίηση Γεωειδούς

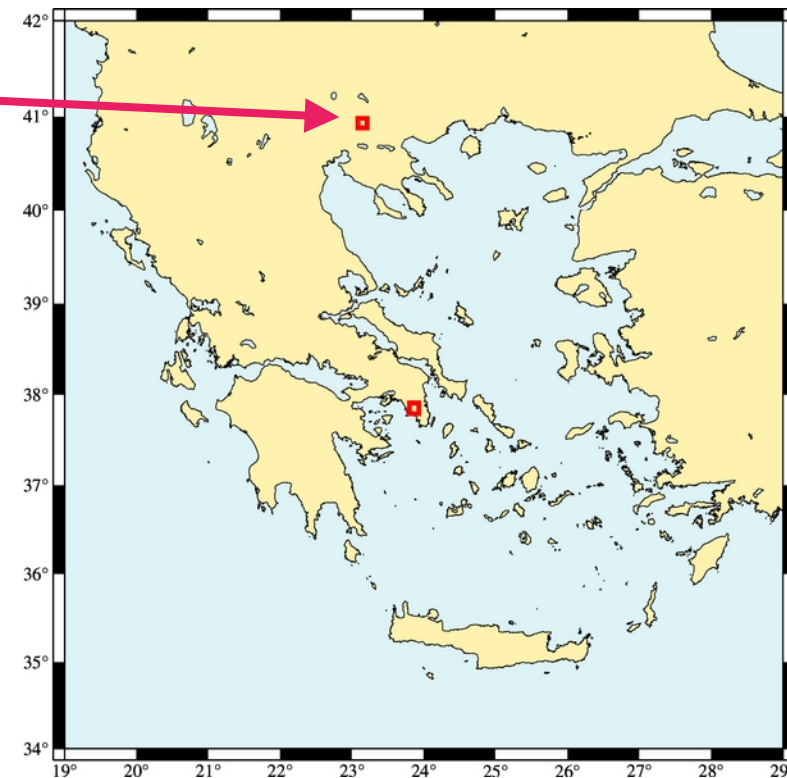
Νέο μοντέλο FFT-WG με XGM2019e_2159, RTM, N-ζ, νεό DSM/DBM

Συγκρίσεις με GNSS/χωροστάθμηση ModernGravNet [m]

Πιλοτική περιοχή Βόρεια Ελλάδα

175 σημεία	Μ.Ο.	Τ.Α.
FFT-WS	-0.05	0.07
ΓΥΣ 2020 Beta*	-0.12	0.09

**μοντέλο με προσαρμογή*



Νέο μοντέλο FFT-WG με XGM2019e_2159, RTM, N-ζ, νεό DSM/DBM

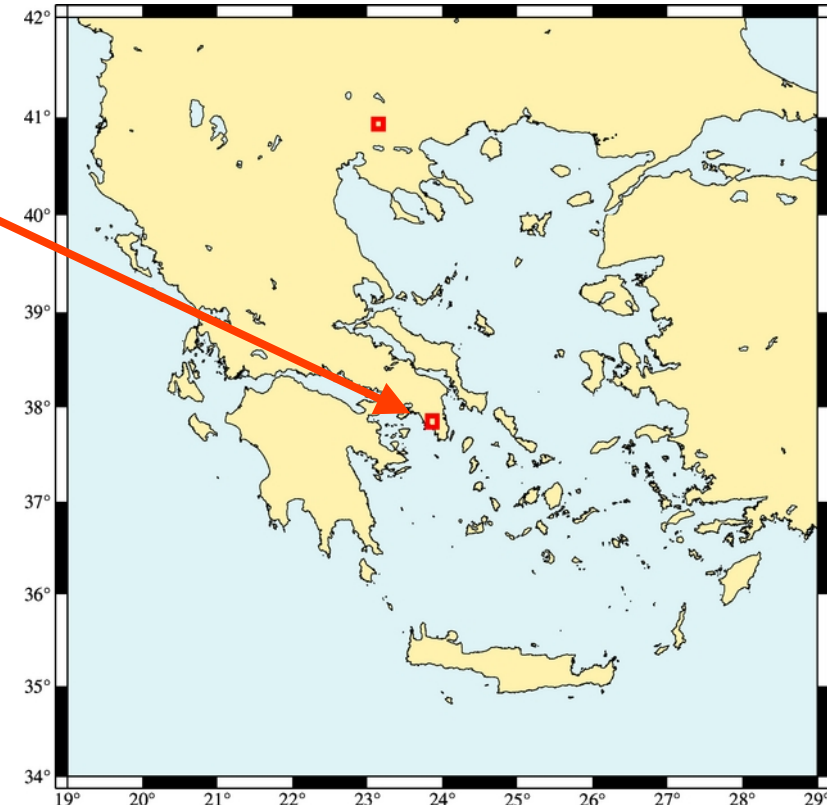
Συγκρίσεις με GNSS/χωροστάθμηση ModernGravNet [m]

Πιλοτική περιοχή Νότια Ελλάδα

138 σημεία	Μ.Ο.	Τ.Α.
FFT-WS	-0.12	0.04
ΓΥΣ 2020 Beta*	-0.12	0.04

*μοντέλο με προσαρμογή

δίκτυο;



Το γεωειδές μπορεί να υπολογισθεί με υψηλότερη ακρίβεια

Έχουμε: Μεθοδολογία & τεχνογνωσία

Χρειαζόμαστε:

- Νέα δεδομένα
- Ενιαίο δίκτυο βαρύτητας/GNSS/χωροστάθμησης
- Συνεργασία
- Χρηματοδότηση

Για τη θάλασσα και τα νησιά – δύο επιλογές:

- εναέριες μετρήσεις ή θαλάσσιες μετρήσεις (υψηλό κόστος)
- αλιμετρία



Γεωειδές και Ελληνικό Κατακόρυφο Δίκτυο

Βασίλειος Γρηγοριάδης¹, Βασίλειος Ανδριτσάνος²,
Δημήτριος Νατσιόπουλος¹

¹GravLab, Τομέας Γεωδαισίας και Τοπογραφίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

²GAEA, Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής



ΕΛΙΔΕΚ
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Το ερευνητικό έργο υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου:1550)