



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

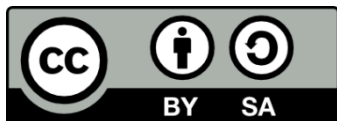
ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Εισαγωγή στο Πεδίο Βαρύτητας

Ενότητα 1: Εισαγωγή

Η.Ν. Τζιαβός - Γ.Σ. Βέργος
Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



ΑΠΘ/ΤΑΤΜ

**Τομέας Γεωδαισίας και Τοπογραφίας
4^ο Εξάμηνο**

Εισαγωγή στο πεδίο βαρύτητας

Introduction to gravity field

Ακαδημαϊκή Χρονιά:

2014 – 2015

Πρόγραμμα:

Τετάρτη 9:00 – 13:00

Διδάσκοντες:

Η.Ν. Τζιαβός, Γ.Σ. Βέργος

<http://web.auth.gr/e-topo/>

<http://olimpia.topo.auth.gr/courses/>

Ιστοσελίδες ΔΕΠ

Τομέας Γεωδαισίας και Τοπογραφίας

Η. Τζιαβός ή Γ. Βέργος

Μαθήματα - εργασίες

Εισαγωγή στο Πεδίο Βαρύτητας της Γης

Δ.Ν. Αραμπέλος
Η.Ν. Τζαβός

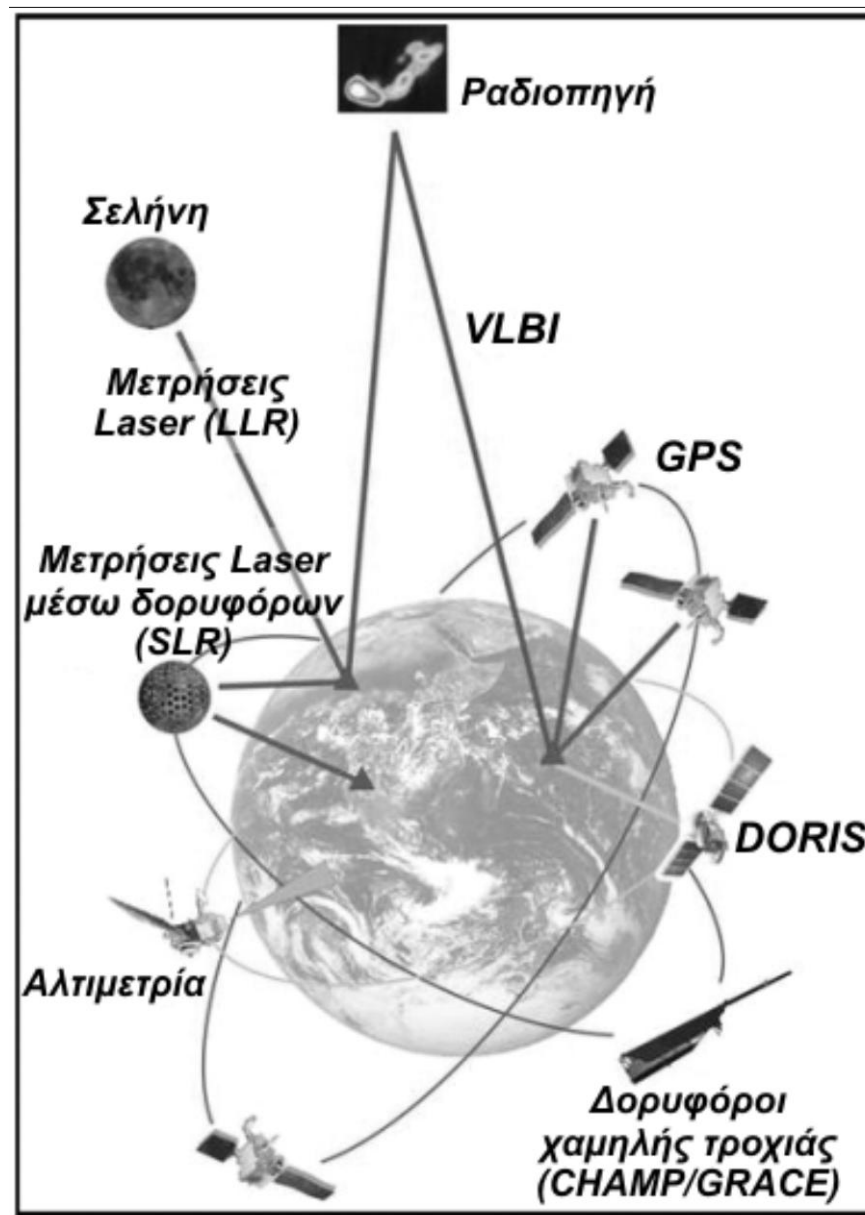


Δημήτριος Ν. Αραμπέλος

Ηλίας Ν. Τζαβός

Εισαγωγή στο **Πεδίο**
Βαρύτητας
της **Γης**





Το πεδίο βαρύτητας

Οι σύγχρονες τεχνικές μέτρησης

Μετρήσεις βαρύτητας (1/2)

➤ Έως τις αρχές της δεκαετίας του '80 επίγειες τεχνικές μέτρησης σε στεριά, θάλασσα και από αέρα – κλασικός εξοπλισμός (βαρυτήμετρα...)

✘ Υψηλό κόστος

✘ Χρονικά ασύμφορες

✘ Μη ομογενής διακριτική ικανότητα

✘ Μη ομογενής και ενιαία ακρίβεια

✘ Έλλειψη δεδομένων σε δύσκολα προσβάσιμες περιοχές

✘ Λίγα δεδομένα για τους ωκεανούς

Μετρήσεις βαρύτητας (2/2)

- Δορυφορική γεωδαισία (από τη δεκαετία του '90)
 - Υψηλή ακρίβεια
 - Συνδυασμός δορυφορικών και επίγειων πηγών δεδομένων
 - Προοδευτική αύξηση διακριτικής ικανότητας
- ✘ Εξασθένηση του σήματος της βαρυτικής έλξης λόγω του ύψους περιστροφής**

Παρακολούθηση διεργασιών του πλανήτη μας

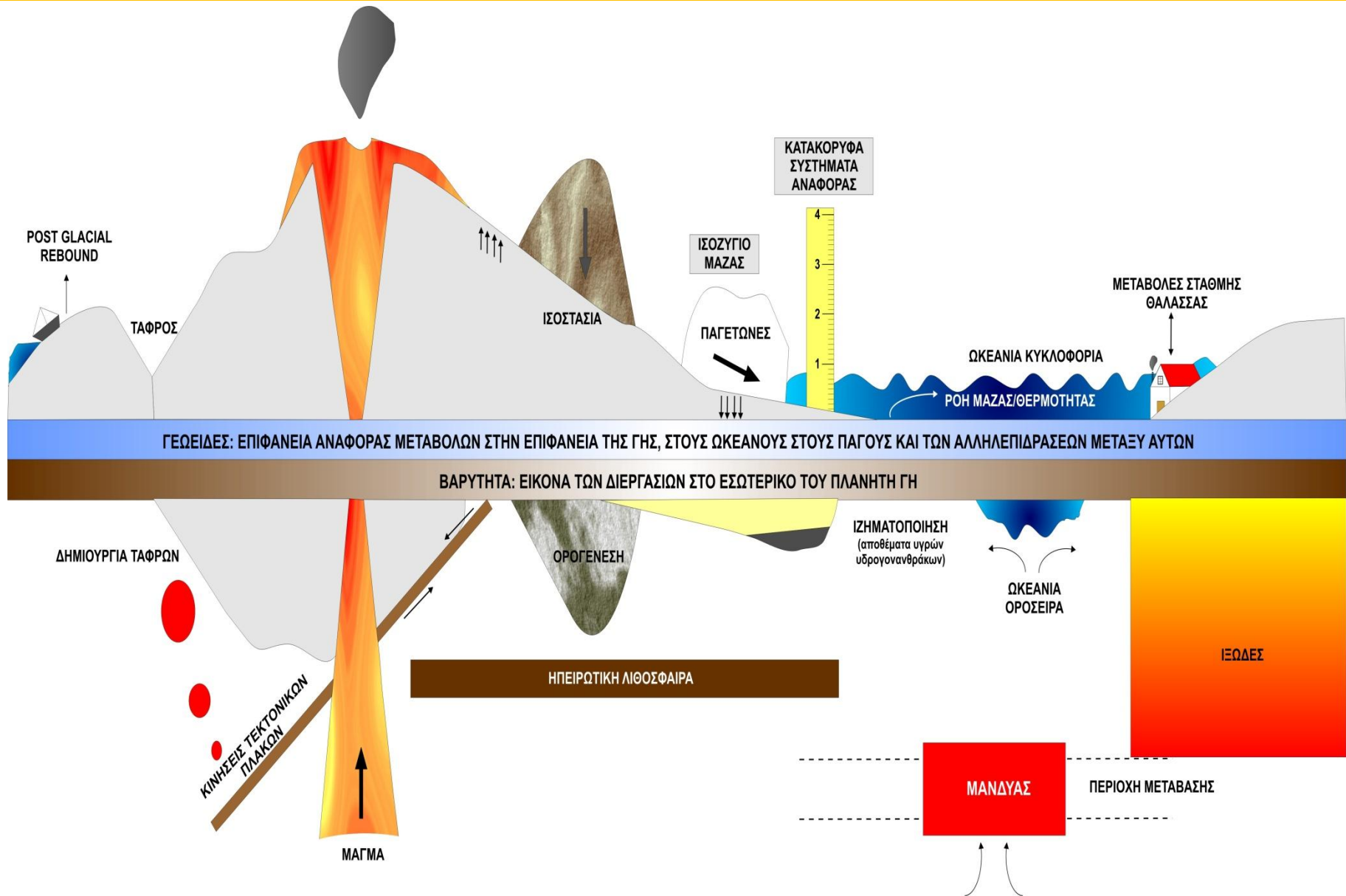
- Γεωδαιτικά δεδομένα και γεωδαιτικές τεχνικές συμβάλλουν στην μέτρηση και παρακολούθηση των φυσικών διεργασιών της Γης



Εικόνα από Michelle Lana©
Εικόνα 1

- Προσδιορισμός, μέσω κατάλληλων και στατιστικά αξιόπιστων μεθόδων του σχήματος, των διαστάσεων και των μεταβολών του πεδίου βαρύτητας της Γης
- Γεωειδές ~ ΜΣΘ
- Μοντέλα βαρύτητας (βάσεις δεδομένων βαρύτητας)

Βαρύτητα και μελέτη διεργασιών του πλανήτη Γη



Εικόνα 2

Βαρύτητα

Πρωτογενείς μετρήσεις
Επίγειες - από αέρα - δορυφορικές

Γεωμετρία Γης

ΕΕΠ – Συστήματα υψών

Γεωειδές

Μοντέλα Γης

Γεωδυναμικά μοντέλα

Δορυφορικά

Συνδυασμού

EGM08

$n = 2-360,$

$n=2-2140$

50 km

10 km

50 cm

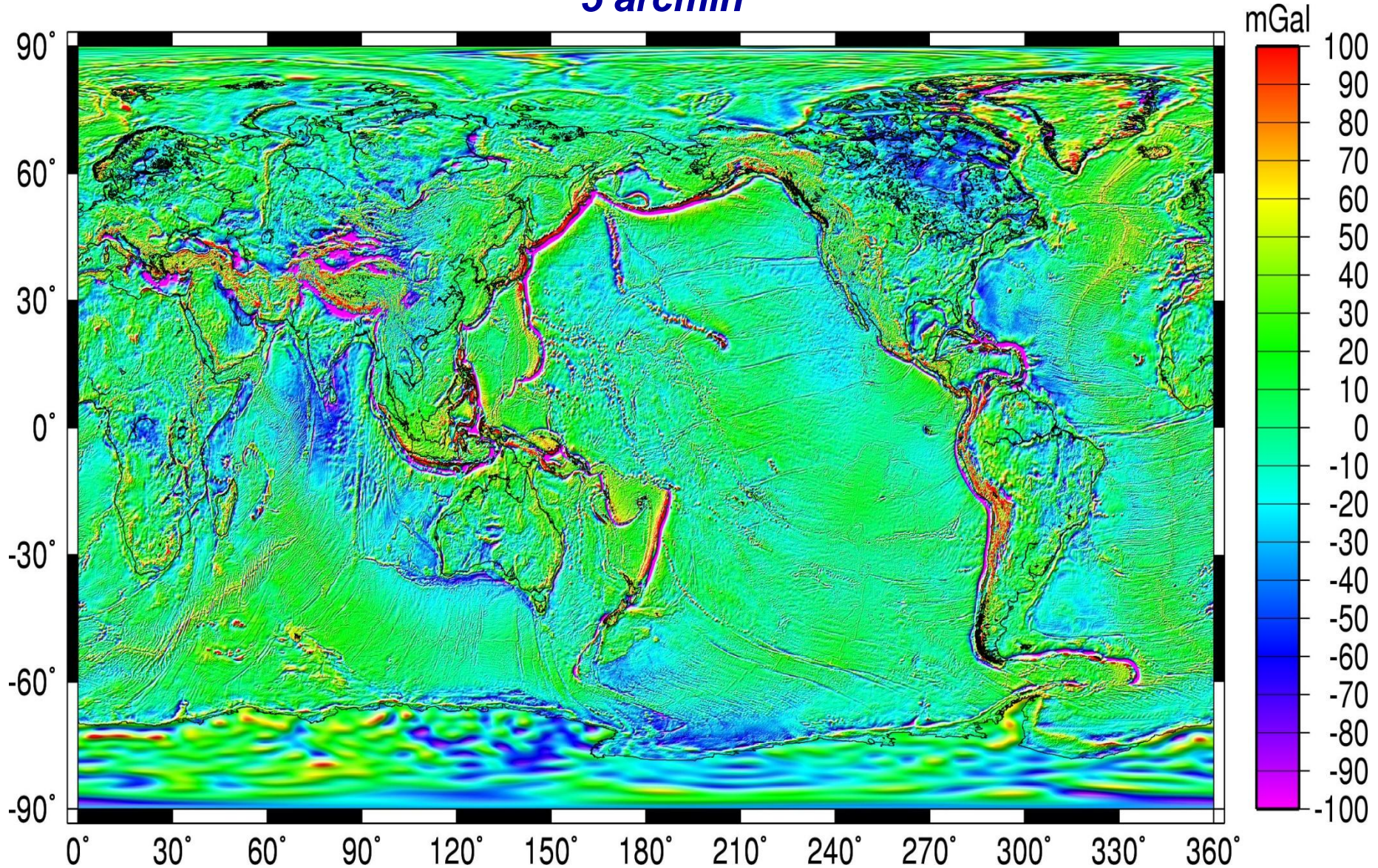
15 cm

Γεωδυναμικό μοντέλο συνδυασμού – Βαρύτητα σε παγκόσμια κλίμακα
Διακριτική ικανότητα 50 km
Εύρος τιμών [-300 mGal 300 mGal]

Γεωδυναμικό μοντέλο συνδυασμού – Γεωειδές σε παγκόσμια κλίμακα
Διακριτική ικανότητα 10 km
Εύρος τιμών [-100 m 100 m]

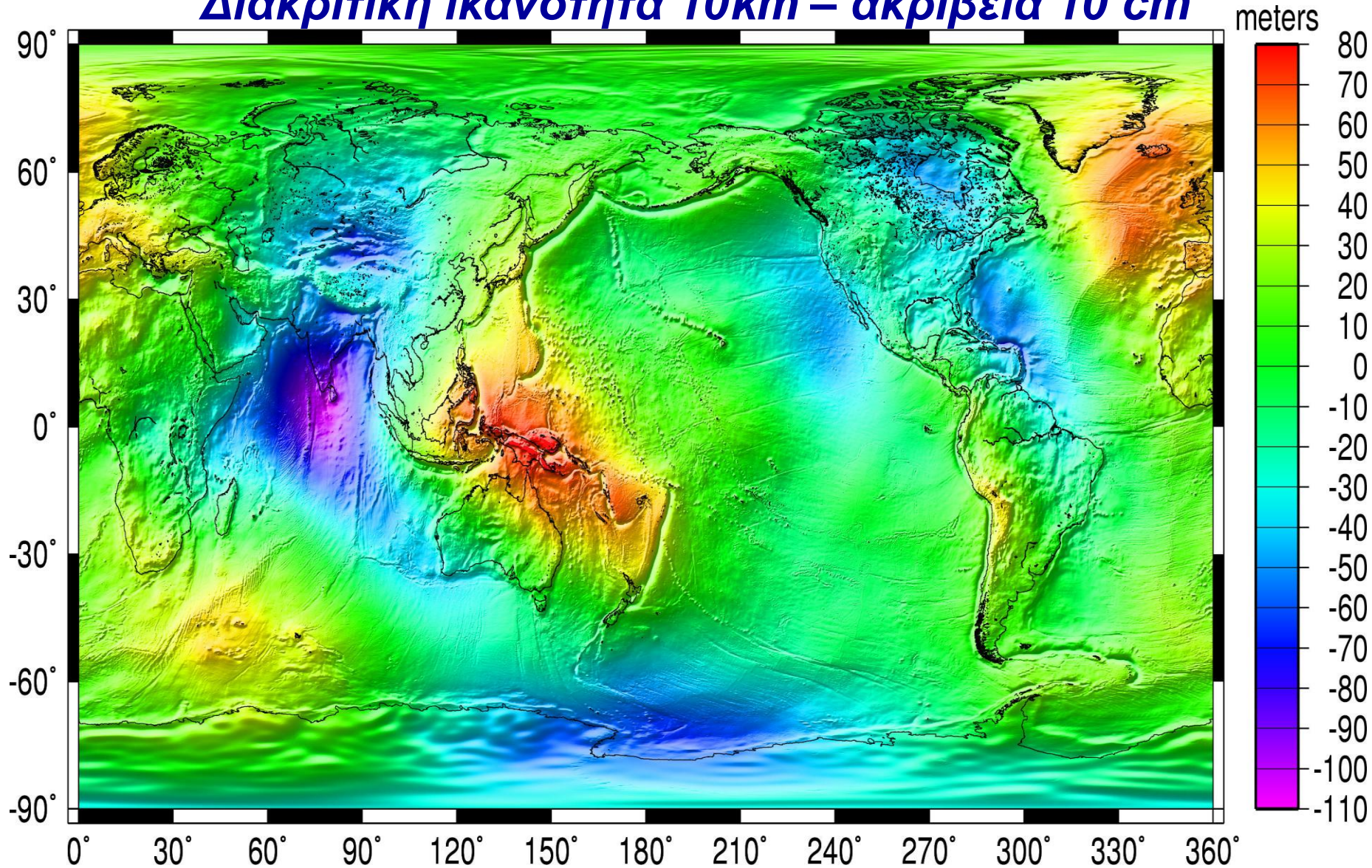
Μοντέλο βαρύτητας - EGM2008

5 arcmin



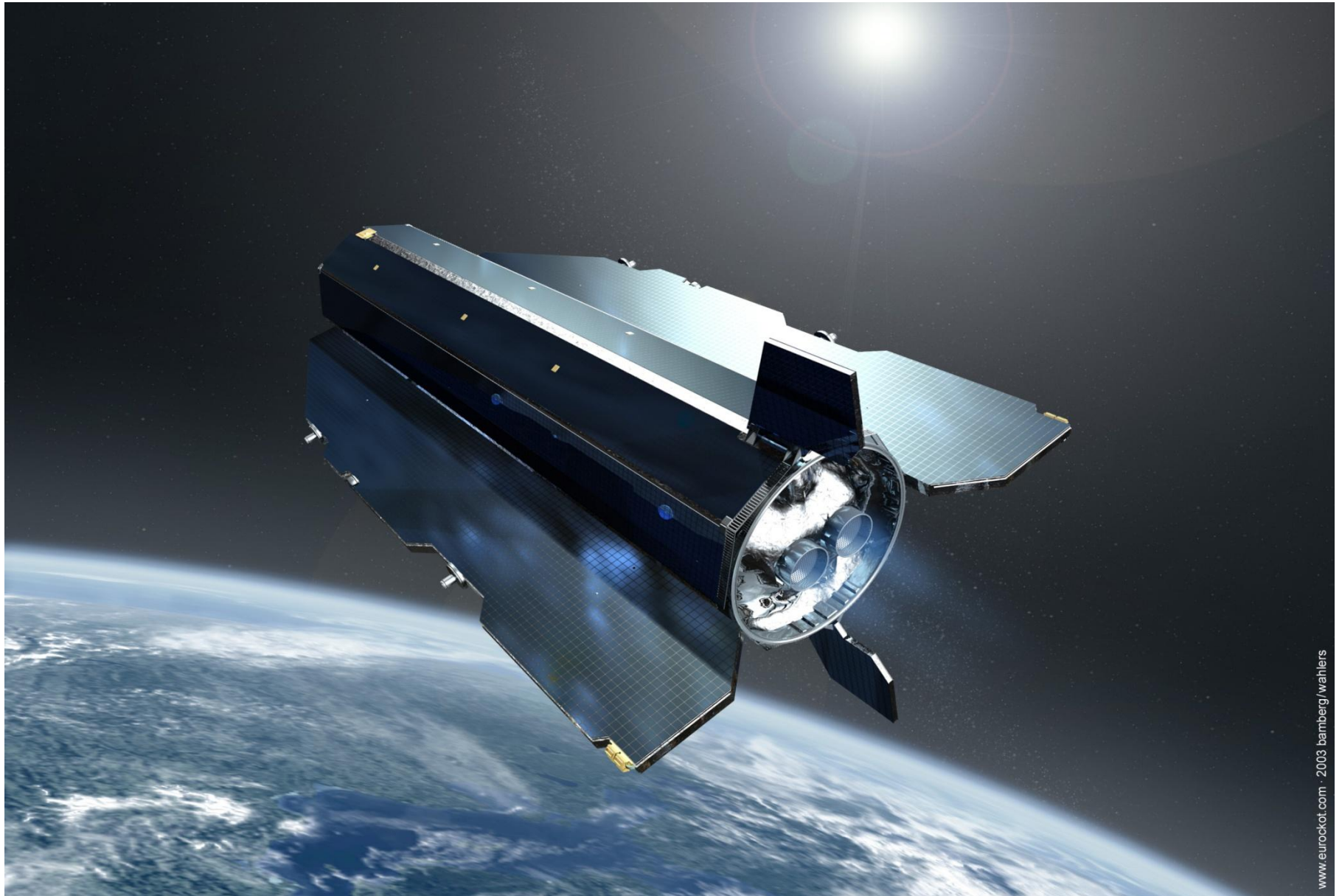
Γεωειδές από το παγκόσμιο μοντέλο EGM08

Διακριτική ικανότητα 10km – ακρίβεια 10 cm



Εικόνα 4

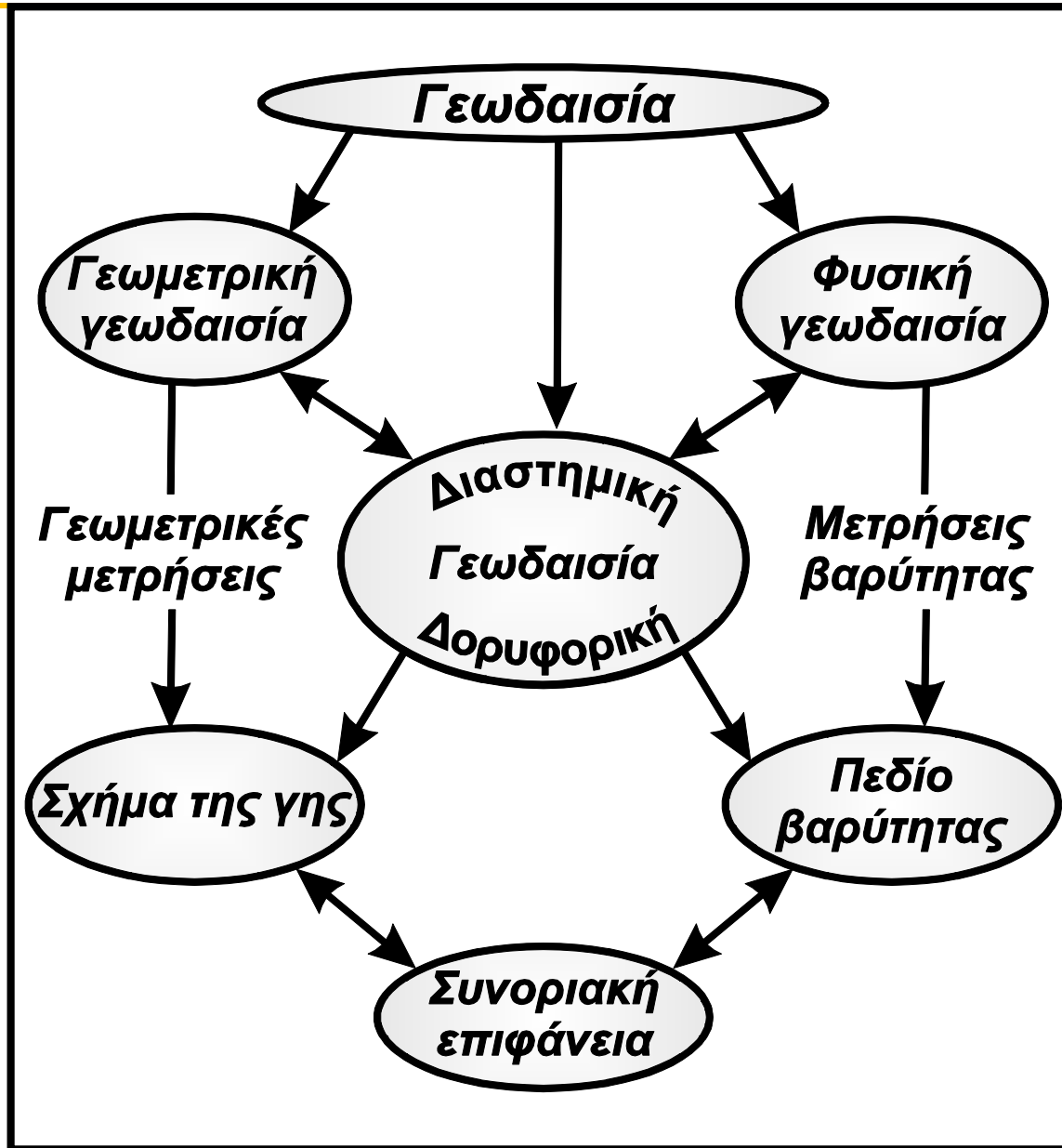
Δορυφορικές αποστολές για το πεδίο βαρύτητας της Γης



www.eurockot.com - 2003 bambberg/wahlers

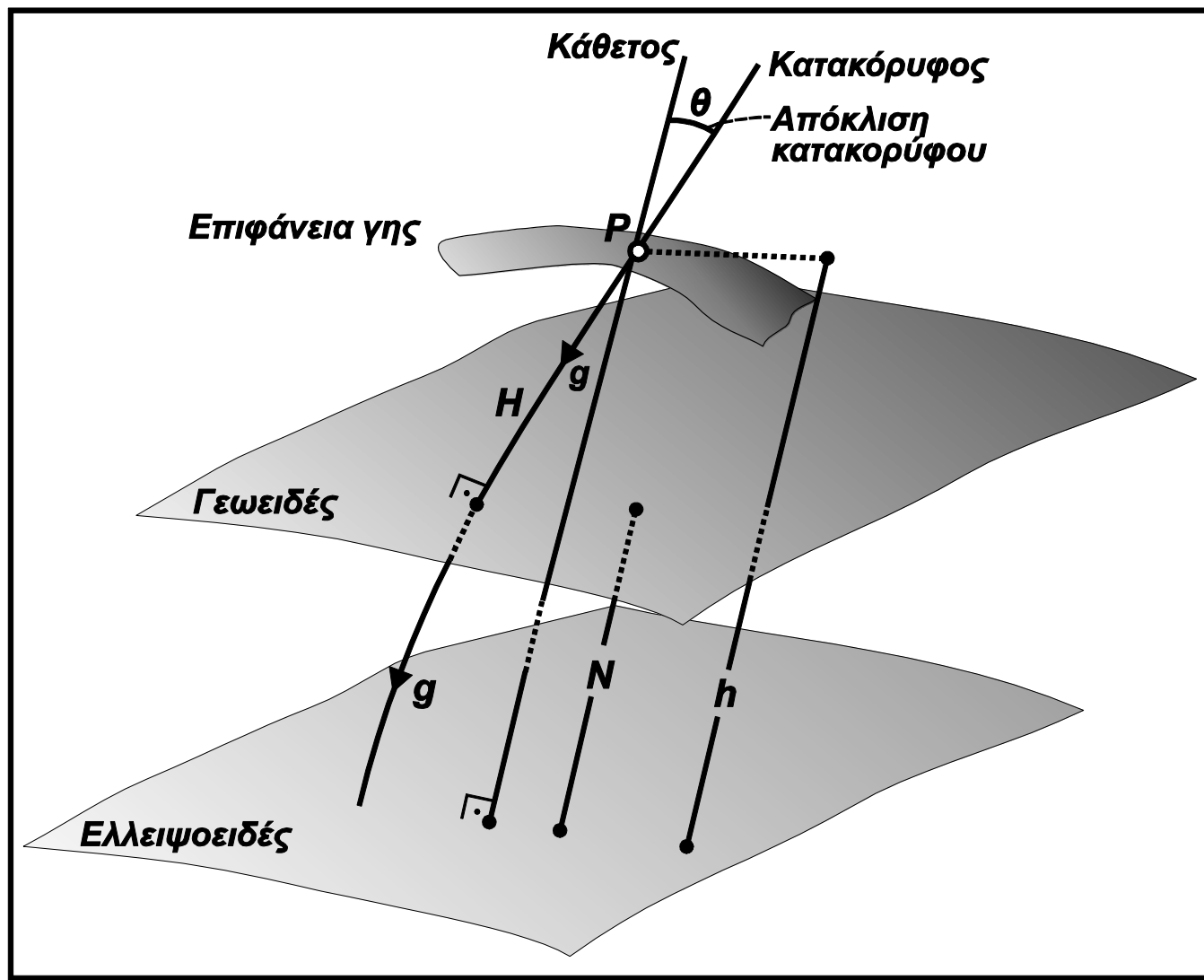
Εικόνα 5

Η ΓΕΩΔΑΙΣΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΚΛΑΔΟΙ ΤΗΣ



Εικόνα 6

ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ – ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ



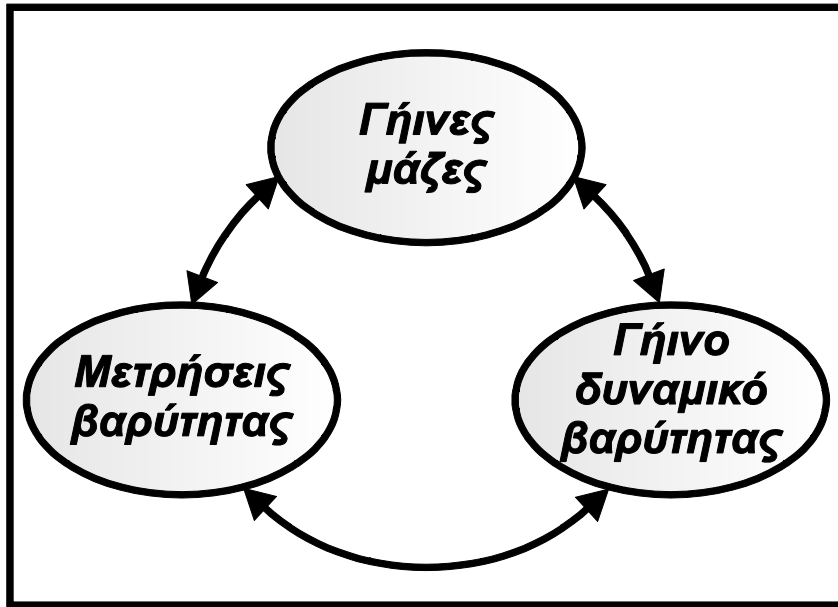
Εικόνα 7

$$\xi = \varphi - \Phi$$

$$\eta = (\lambda - \Lambda) \cos \varphi$$

$$h = H + N$$

ΤΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ



Εικόνα 8

$$V = G \frac{M}{l} \quad \text{δυναμικό έλξης}$$

$$\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

Εξίσωση Laplace (εκτός των ελκτικών μαζών)

$$T = W - U \quad \text{διαταρακτικό δυναμικό}$$

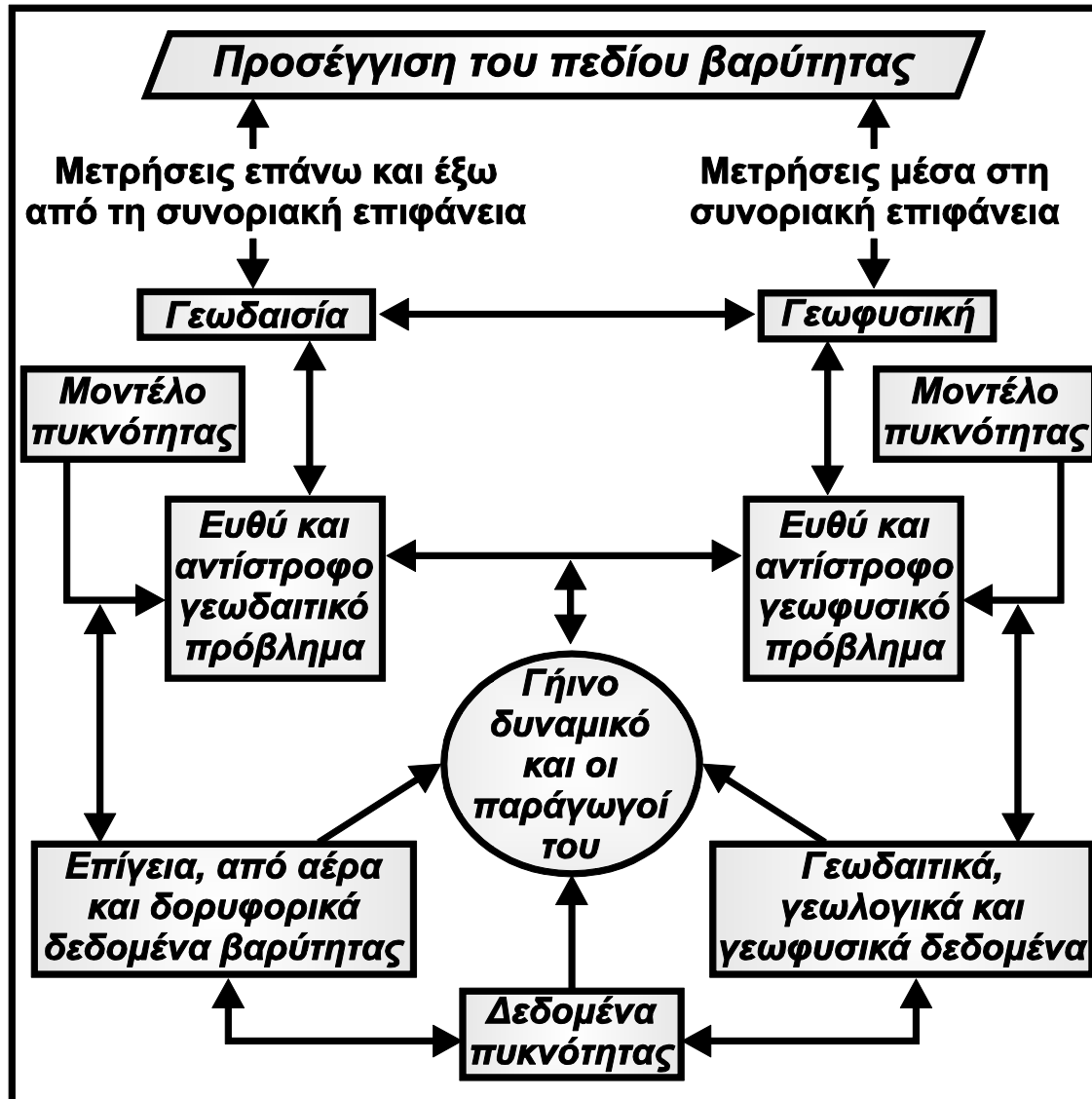
$$\Delta g = g - \gamma \quad \text{ανωμαλίες βαρύτητας}$$

$$T = \frac{R}{4\pi} \iint_{\sigma} \Delta g S(\psi) d\sigma$$

Λύση του προβλήματος συνοριακών τιμών

Θεωρία Stokes

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ



Ευθύ και αντίστροφο πρόβλημα

Πυκνότητες ανώτερης λιθόσφαιρας

Εικόνα 9

- ΑΠΟΣΤΟΛΗ GOCE ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ - ΜΑΪΟΣ 2009
- Παρακολούθηση GOCE από δορυφόρους GPS (χαμηλές αρμονικές)
- Αρχή δορυφορικής βαθμιδομετρίας (1)
- Αρχή δορυφορικής βαθμιδομετρίας (2)
- Πεδίο βαρύτητας, γεωειδές και θαλάσσιες μάζες
- GOCE και παρακολούθηση του συστήματος Γη

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
- Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες
- Εικόνες 1, 6, 7, 8, 9: Αραμπέλος Δ και Τζιαβός ΗΝ (2007) Εισαγωγή στο πεδίο βαρύτητας της Γης. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Εικόνα 2: Βέργος ΓΣ (2006) Μελέτη του πεδίου βαρύτητας και της θαλάσσιας τοπογραφίας στον Ελληνικό χώρο με συνδυασμό επίγειων δεδομένων και δεδομένων των νέων δορυφορικών CHAMP και GRACE. Διδακτορική Διατριβή, Τομέας Γεωδαισίας και Τοπογραφίας, Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- Εικόνες 3, 4: Pavlis NK, Holmes SA, Kenyon SC, Factor JK (2012) The Development and Evaluation of the Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008). J Geophys Res 117(B04406), doi:10.1029/2011JB008916.
- Εικόνα 5: <http://smc.cnes.fr/lcGOCE/goce1.jpg>



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Ηλίας Τζιαβός – Γεώργιος Βέργος. «Εισαγωγή στο Πεδίο Βαρύτητας. Εισαγωγή».
Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS374/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Αριστοτέλειο
Πανεπιστήμιο
Θεσσαλονίκης



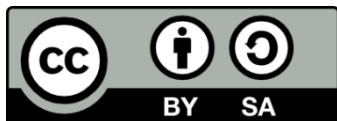
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Δαλάκης Νικόλαος
Θεσσαλονίκη, 16/9/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΣΗΜΕΙΩΜΑΤΑ

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

