



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΓΕΩΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ – ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΦΥΣΙΚΗΣ (Υ4202)**

**ΑΣΚΗΣΗ 2<sup>η</sup>**

***ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΡΥΤΙΚΩΝ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ  
ΒΑΘΟΥΣ ΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ***

από τον

Στυλιανό Χάϊλα

Αθήνα, Μάρτιος 2025



Η παρούσα Εργαστηριακή Άσκηση προορίζεται για τις εκπαιδευτικές ανάγκες των φοιτητών του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος (εφεξής ΤΓΓ) του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και διατίθεται βάσει άδειας χρήσης **Creative Commons BY-NC-ND** (αναφορά πηγής, μη εμπορική χρήση, όχι αντιγραφή ή παράγωγα). Οι συγγραφείς τα ονόματα των οποίων αναγράφονται στην πρώτη σελίδα, διατηρεί στο ακέραιο τα επ' αυτής πνευματικά δικαιώματα.

Βάσει άδειας χρήσης BY-NC-ND οι αποδέκτες της παρούσας άσκησης φοιτητές του ΤΓΓ/ΕΚΠΑ δικαιούνται να εκτυπώσουν ένα ή περισσότερα αντίγραφα προσωπική τους χρήση. Απαγορεύεται ρητά και άνευ εξαιρέσεων, η τροποποίηση ή αντιγραφή του περιεχομένου κειμένου, εν μέρει ή εν όλω.

Δεν παρέχεται καθ' οιονδήποτε τρόπο, εγγύηση για την ακρίβεια, ασφάλεια και χρησιμότητα του περιεχομένου της παρούσας Εργαστηριακής Άσκησης και των συνοδευόντων αυτή αρχείων δεδομένων και λογισμικού. Ο συγγραφέας αποποιείται οιασδήποτε ευθύνη για προβλήματα ή ζημιές που θέλουν προκύψει από την χρήση της παρούσας και των συνοδών αρχείων δεδομένων και λογισμικού.

#### ΑΔΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ:

Creative Commons BY-NC-ND



## Περιγραφή – Απαιτούμενες Εργασίες προς Εκτέλεση

Στην παρούσα άσκηση σας δίνονται απλοποιημένες «παρατηρηθείσες τιμές βαρύτητας» που αφορούν την περιοχή του ηφαιστείου των Μεθάνων. (ΠΡΟΣΟΧΗ: Οι «παρατηρήσεις» που σας δίνονται **δεν είναι** πραγματικές αλλά οδηγούν σε ένα «ιδανικό» αποτέλεσμα). Τελικός σας στόχος είναι να εκτιμήσετε το βάθος και τις διαστάσεις του μαγματικού θαλάμου (ποσοτική ερμηνεία). Καλείστε αρχικά να προβείτε στον υπολογισμό και την εφαρμογή των απαιτούμενων Βαρυτικών Διορθώσεων και τον υπολογισμό των αντίστοιχων Βαρυτικών Ανωμαλιών ξεκινώντας από τις παρατηρηθείσες τιμές βαρύτητας, να κατασκευάσετε τους χάρτες που προκύπτουν από την εφαρμογή των επιμέρους διορθώσεων και να τους σχολιάσετε. Ποιοτική ερμηνεία ενός χάρτη βαρυτικών ανωμαλιών χωρίς την χρήση λουπών στοιχείων. Κατόπιν με την χρήση μιας βαρυτικής τομής που θα επιλέξετε από τον τελικό χάρτη (Χάρτης Πλήρους Ανωμαλίας Bouguer) θα προβείτε στην ποσοτική ερμηνεία.

## Η χρήση της βαρυτικής Μεθόδου

Η υιοθέτηση της βαρυτικής μεθόδου στην Γεωφυσική στηρίζεται στην ύπαρξη τοπικών «διακυμάνσεων» στο βαρυτικό πεδίο που παρατηρούμε στην επιφάνεια της Γης και, οι οποίες προκαλούνται από την πλευρικά ανομοιογενή κατανομή της πυκνότητας στο εσωτερικό της. Ο εντοπισμός τους γίνεται μέσω της μέτρησης της επιτάχυνσης της βαρύτητας στην επιφάνεια της Γης και ονομάζονται **βαρυτικές ανωμαλίες**. Η ανομοιογένεια στην κατανομή της πυκνότητας στο εσωτερικό της Γης παρουσιάζει εκ της φύσεώς της γεωλογικό ενδιαφέρον λόγω της συσχέτισης της με γεωλογικές διεργασίες και δομές. Κατά συνέπεια, η απομόνωση τέτοιων βαρυτικών ανωμαλιών παρέχει την δυνατότητα να συμβάλλουν μέσω της ποσοτικής τους ερμηνείας στην διερεύνηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών δομών.

Το σχήμα το εύρος και το πλάτος της ανωμαλίας που παρατηρείται στην επιφάνεια του εδάφους λόγω της παρεμβολής κάποιου γεωλογικού σχηματισμού ή της τεκτονικής παραμόρφωσής του ή της εσωτερικής του ανομοιογένειας (π.χ. λόγω έντονης καρστικοποίησης) διαφέρει ανάλογα με το βάθος του γεωλογικού σχηματισμού, το σχήμα του, και την "ανώμαλη" μάζα, *δηλαδή, την περίσσεια ή το έλλειμμα μάζας που προκαλεί, σε σύγκριση με το περιβάλλον του πέτρωμα.*

Ο εντοπισμός και η ανάλυση των βαρυτικών ανωμαλιών μιας περιοχής γίνεται μέσω της χαρτογράφησης των τιμών της βαρυτικής ανωμαλίας που προκύπτουν από μετρήσεις της επιτάχυνσης της βαρύτητας σε σημεία διεσπαρμένα σε όλη την περιοχή αφού οι μετρήσεις αυτές υποστούν επεξεργασία δια της εφαρμογής των κατάλληλων διορθώσεων. Η χαρτογράφηση των βαρυτικών ανωμαλιών αναδεικνύει το μέγεθος (πλάτος), την θέση, το σχήμα και την έκτασή τους. Ο απλούστερος τρόπος ποσοτικής ερμηνείας είναι η κατασκευή βαρυτικών τομών από τον βαρυτικό χάρτη της υπό εξέταση περιοχής και, η κατασκευή μοντέλων υπεδάφικης κατανομής της πυκνότητας που αναπαράγουν τις βαρυτικές ανωμαλίες που αποτυπώνονται στις βαρυτικές τομές. Για την σωστή ερμηνεία τέτοιων τομών, πάντοτε δίνεται έμφαση, ώστε η διεύθυνσή τους να είναι κάθετη προς τη διεύθυνση του άξονα δομής που προκαλεί την συγκεκριμένη ανωμαλία ή να διέρχονται από το κέντρο της ανωμαλίας όταν αυτή είναι κυκλικής μορφής.

## Εφαρμοζόμενες Διορθώσεις για τον υπολογισμό των Βαρυτικών Ανωμαλιών

Οι βαρυτικές παρατηρήσεις (επιτάχυνση της βαρύτητας) που έχουν προκύψει από μία βαρυτική έρευνα περιέχουν το βαρυτικό πεδίο που συνίσταται από τις βαρυτικές επιδράσεις όλων των μαζών που εγκλείον-

ται μέσα στο γήινο σώμα καθώς και από την επίδραση της περιστροφής της Γης. Προκειμένου να ερμηνεύσει κανείς τα βαρυτικά δεδομένα πρέπει να αφαιρέσει όλες τις γνωστές βαρυτικές επιδράσεις που δεν σχετίζονται με μεταβολές στην υπεδαφική πλευρική κατανομή της πυκνότητας. Τέτοιες επιδράσεις περιλαμβάνουν την επίδραση που συνδέεται με την μεταβολή του βαρυτικού πεδίου συναρτήσει του γεωγραφικού πλάτους (Διόρθωση γεωγραφικού πλάτους), μεταβολές υψομέτρου, επιδράσεις της τοπογραφίας και τις γήινες παλίρροιες (LaFehr, 1991). Η επίδραση των γήινων παλίρροιών αφαιρείται συνήθως στη διάρκεια του προσδιορισμού της καμπύλης της απόκλισης του οργάνου (drift).

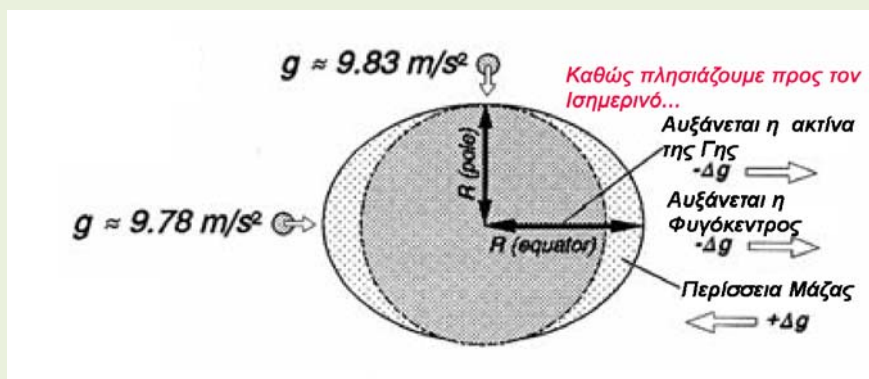
### Μεταβολή της Επιτάχυνσης της Βαρύτητας συναρτήσει του Γεωγραφικού Πλάτους

Αν κάνουμε μετρήσεις της επιτάχυνσης της βαρύτητας κατά μήκος ενός Μεσημβρινού θα παρατηρήσουμε ότι οι τιμές της αυξάνονται καθώς απομακρυνόμαστε από τον Ισημερινό. Η αιτία που οδηγεί στην παρατήρηση είναι σύνθετη και αποτελείται από την υπέρθεση τριών δυνάμεων που ασκούνται στην μάζα του βαρυτομέτρου.

Καθώς πλησιάζουμε από τους πόλους προς τον ισημερινό, λόγω του πεπλατυσμένου στους πόλους σχήματος της Γής:

1. απομακρυνόμαστε από το κέντρο της. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε ελάττωση της ασκούμενης έλξης και κατά συνέπεια της επιτάχυνσης της βαρύτητας.
2. αυξάνεται η ασκούμενη φυγόκεντρος δύναμη. Κατά συνέπεια ελαττώνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας.
3. Αυξάνεται η μάζα που παρεμβάλλεται ανάμεσα στην γήινη επιφάνεια και το γεώκεντρο. Αυτή η μεταβολή συνεπάγεται αύξηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας.

Το αλγεβρικό άθροισμα των τριών μεταβολών γέρνει υπέρ της ελάττωσης της τιμής.



Η εικόνα αυτή μπορεί να περιγραφεί μαθηματικά, και η παρατηρούμενη μεταβολή να υπολογιστεί με την χρήση ενός σφαιροειδούς με άξονες (μεγάλο και μικρό) ίσους με τις αντίστοιχες ακτίνες της Γης, το οποίο περιστρέφεται γύρω από τον μικρό του άξονα με γωνιακή ταχύτητα ίση με την γωνιακή ταχύτητα της Γης.

Ο μαθηματικός τύπος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό είναι της ακόλουθης μορφής:

$$g_n = g_e (1 + \alpha \sin^2 \phi + \beta \sin^4 \phi)$$

όπου  $\phi$  είναι το γεωγραφικό πλάτος του σταθμού,  $g_e$  είναι η τιμή της επιτάχυνσης της βαρύτητας στον ισημερινό. Δίνοντας στο  $g_e$  την τιμή που έχει μετρηθεί στον γήινο ισημερινό, και τις κατάλληλες τιμές στους συντελεστές  $\alpha$  και  $\beta$  προκύπτει η ΒΑΡΥΤΙΚΗ ΦΟΡΜΟΥΛΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ. Από την οποία μπορούμε να υπολογίσουμε επιτάχυνση της βαρύτητας,  $g_n$ , (στην επιφάνεια) του σφαιροειδούς στο γεωγραφικό πλάτος που βρίσκεται το σημείο που εμείς μετράμε.

Το σφαιροειδές αυτό ονομάζεται και ΕΛΛΕΙΨΟΕΙΔΕΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ και η επιφάνειά του λαμβάνεται ως **επίπεδο αναφοράς** για τον ορισμό του υψομέτρου στα σημεία μέτρησης.

Για να ληφθεί υπ' όψη η ελάττωση της βαρύτητας με την αύξηση του υψομέτρου από το προκαθορισμένο επίπεδο αναφοράς και η βαρυτική επίδραση της μάζας που παρεμβάλλεται μεταξύ του επιπέδου αναφοράς και ενός σημείου μέτρησης της επιτάχυνσης της βαρύτητας (βαρυτικός σταθμός), εφαρμόζονται στις βαρυτικές παρατηρήσεις οι διορθώσεις ελευθέρου-αέρα και Bouguer. Η διόρθωση Bouguer απαιτεί μια μέση τιμή πυκνότητας (πυκνότητα μείωσης Bouguer) της μάζας, η οποία συνήθως λαμβάνεται ίση με  $2,67 \text{ gr/cm}^3$ . Το πρόβλημα στην πράξη είναι ότι η μέση πυκνότητα των πετρωμάτων στην περιοχή μελέτης μπορεί να μην είναι  $2,67 \text{ gr/cm}^3$ .

Η τελευταία διόρθωση που εφαρμόζεται στα δεδομένα είναι η διόρθωση αναγλύφου, η οποία λαμβάνει υπ' όψιν τις μεταβολές στην τοπογραφία που περιβάλλει έναν βαρυτικό σταθμό. Η συνήθως χρησιμοποιούμενη τεχνική είναι η χρήση των δικτύων Hammer (Hammer, 1939). Η τελική μορφή των επεξεργασμένων στοιχείων βαρύτητας καλείται **πλήρης ανωμαλία βαρύτητας Bouguer**.

Ο μαθηματικός τύπος που περιγράφει την εφαρμογή των διορθώσεων αυτών είναι ο ακόλουθος:

Η τεχνική του Nettleton, η οποία έχει αναπτυχθεί για τον προσδιορισμό της μέσης πυκνότητας των πετρωμάτων μιας περιοχής, περιλαμβάνει την διόρθωση των βαρυτικών δεδομένων μιας τομής χρησιμοποιώντας διαφορετικές πυκνότητες διόρθωσης Bouguer και την σύγκριση των διορθωμένων στοιχείων με την τοπογραφική τομή. Η διορθωμένη καμπύλη Bouguer που συσχετίζεται λιγότερο με το τοπογραφικό διάγραμμα, θεωρούμε ότι είναι και αυτή με την βέλτιστη πυκνότητα αναγωγής.

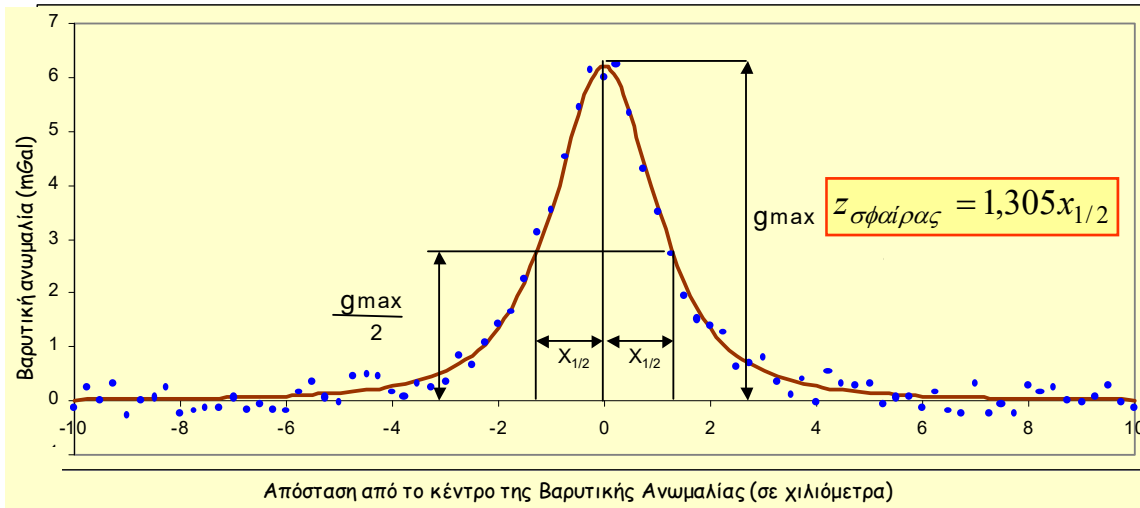
$$g_t = g_{\text{obs}} - g_n + 0,308 \cdot h - 0,04193 \cdot \rho \cdot h + TC \quad (\text{mgal}) \quad \text{εξίσωση 1}$$

όπου,  $0,308 \cdot h$  είναι η διόρθωση ελευθέρου αέρα,  $- 0,04193 \cdot \rho \cdot h$  είναι η διόρθωση της πλάκας Bouguer και,  $TC$  είναι η τοπογραφική Διόρθωση.

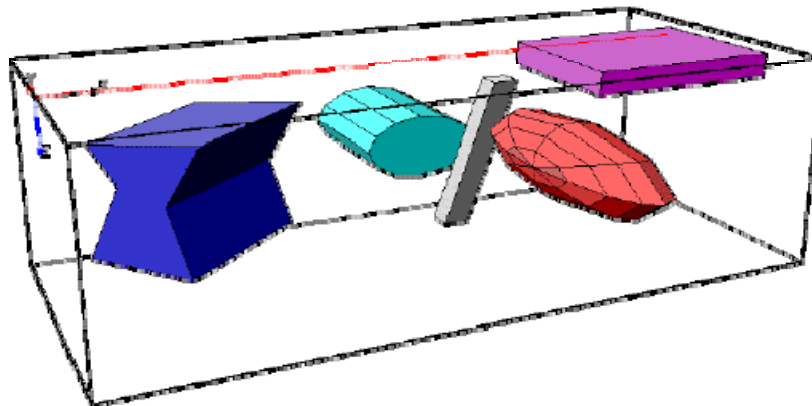
Εάν οι μετρήσεις έχουν υποστεί μέχρι και...	Τότε προκύπτουν αντίστοιχα...
Διόρθωση Ελευθέρου Αέρα	Βαρυτική Ανωμαλία Ελευθέρου Αέρα
Διόρθωση Πλάκας Bouguer	Απλή Βαρυτική Ανωμαλία Bouguer
Διόρθωση Αναγλύφου	Πλήρης Βαρυτική Ανωμαλία Bouguer

## Προσδιορισμός Βάθους Σφαιρικού Σώματος

Το σχήμα των τοπικών βαρυτικών ανωμαλιών που παρατηρούνται στην επιφάνεια του εδάφους, μας επιτρέπει να περιγράψουμε με απλά γεωμετρικά σώματα ή σχήματα (π.χ. σφαίρα, κύλινδρος, ρήγμα) τις γενεσιουργές δομές τους, και να προβούμε στον υπολογισμό των προσδοκώμενων ποσοτικών αποτελεσμάτων που προαναφέραμε με την χρήση απλών μαθηματικών σχέσεων όπου, τα απαραίτητα στοιχεία μπορούν να εξαχθούν από τις βαρυτικές τομές. Στο σχήμα 1 δίδεται η μορφή της βαρυτικής τομής που περνά πάνω από το κέντρο μιας σφαίρας με μάζα  $m$  (πυκνότητας  $\rho_1$ ) που το κέντρο της βρίσκεται σε βάθος  $Z$  από την επιφάνεια (παρόμοια μορφή εμφανίζει μια βαρυτική τομή εγκάρσια στον άξονα ενός σώματος με την μορφή οριζώντιου κυλίνδρου), συναρτήσεως του «εύρους του μισού πλάτους»  $X_{1/2}$ .



**Σχήμα 1:** Βαρυτική Ανωμαλία οφειλόμενη σε Σφαίρα

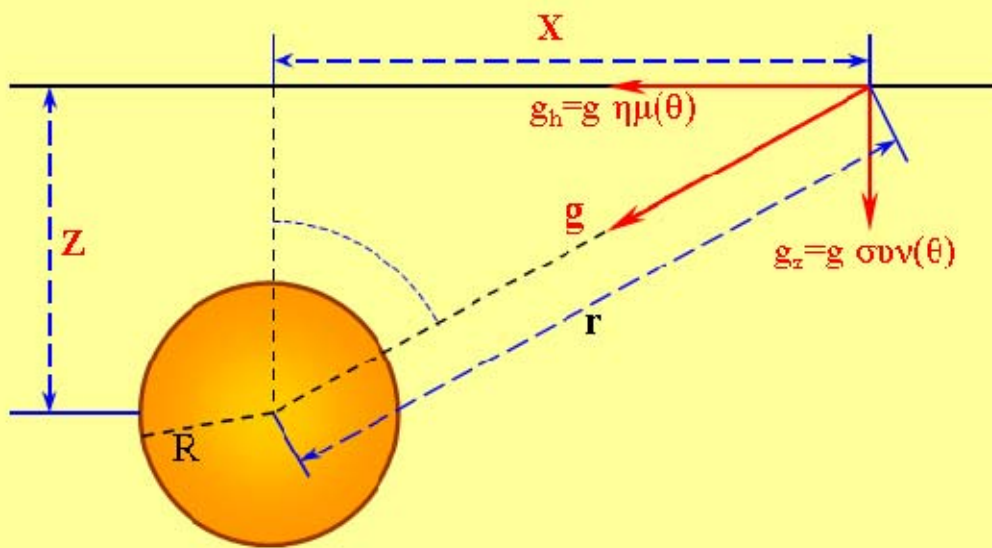


**Σχήμα 2:** Πολλές φορές για την διαδικασία της προσομοίωσης υιοθετούνται απλά στερεά σώματα με τα οποία προσεγγίζεται η γεωλογική δομή και των οποίων η βαρυτική επίδραση είναι σχετικά εύκολο να υπολογιστεί.

### Η περίπτωση Σφαιρικού Σώματος

Η εξίσωση που περιγράφει την κατακόρυφη συνιστώσα (η οποία στην επιφάνεια της Γης είναι η διεύθυνση της επιτάχυνσης της Βαρύτητας) της βαρυτικής έλξης που ασκεί ένα θαμμένο σφαιρικό σώμα (Σχ. 3) (ακτίνας  $R$ , με πυκνότητα  $\rho$ , του οποίου το κέντρο βρίσκεται σε βάθος  $Z$  από την επιφάνεια) σε ένα σημείο στην γήινη επιφάνεια το οποίο απέχει οριζόντια απόσταση  $x$  από το κέντρο του σφαιρικού σώματος είναι η ακόλουθη:

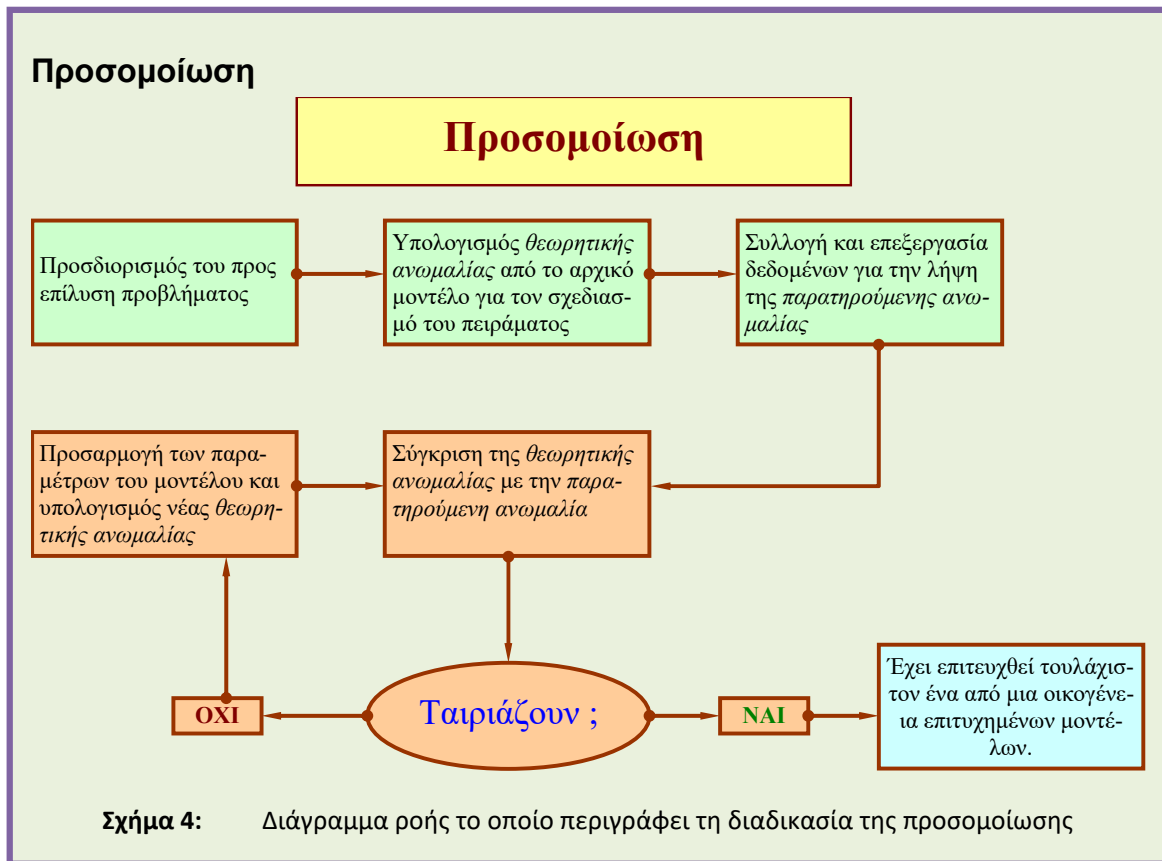
$$g_z = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho G \left[ \frac{z}{(x^2 + z^2)^{3/2}} \right]$$



Σχήμα 3: Βαρυτική έλξη ενός σφαιρικού σώματος

### Ποσοτική ερμηνεία με την χρήση της Προσομοίωσης

Η συνηθέστερη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την ερμηνεία των βαρυτικών ανωμαλιών είναι εκείνη της προσομοίωσης (forward modeling). Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα ροής του Σχήματος 3, βασίζεται στην αρχική εκτίμηση ενός μοντέλου βασισμένου στην προϋπάρχουσα πληροφορία.



Κατόπιν, αφού υπολογιστεί η παρατηρούμενη ανωμαλία γίνεται σύγκρισή της με την καμπύλη της υπολογισμένης θεωρητικά καμπύλης. Αν οι δύο καμπύλες πληρούν μια συνθήκη 'ταιριάσματος' (π.χ. το μέσο τετραγωνικό σφάλμα της προσαρμογής της υπολογισμένης καμπύλης στην παρατηρούμενη να λάβει μια ελάχιστη τιμή), η υπολογισμένη καμπύλη γίνεται αποδεκτή ως μια πιθανή λύση. Κατά συνέπεια και το αντίστοιχο μοντέλο γίνεται αποδεκτό ως μια πιθανή ερμηνεία για την υπεδαφική δομή. Αν η συνθήκη δεν πληρείται μεταβάλλουμε κάποια ή κάποιες παραμέτρους του μοντέλου και επαναλαμβάνουμε την σύγκριση.

Το μοντέλο που υπολογίζεται στην βαρυτική μέθοδο αφορά την κατανομή της πυκνότητας στο υπέδαφος. Η κατανομή της πυκνότητας μπορεί να προσεγγίζεται είτε με τη μορφή απλών στερεών (σφαίρα, κύλινδρος κ.λ.π.) για τα οποία και υπάρχουν σχετικά απλοί μαθηματικοί τύποι για τον υπολογισμό της βαρυτικής τους επίδρασης (Εικ. 2), είτε με πιο πολύπλοκα σώματα, για τα οποία ο υπολογισμός της βαρυτικής τους επίδρασης είναι μεν πολύπλοκος αλλά τα μοντέλα είναι πιο ρεαλιστικά.

Η σύγκριση της θεωρητικής με την καμπύλη της παρατηρούμενης ανωμαλίας γίνεται με την χρήση στατιστικών κριτηρίων όπως το πόσο μικρή είναι η **τυπική απόκλιση** της θεωρητικής από την καμπύλη παρατηρούμενης ανωμαλίας, είτε η τιμή του **συντελεστή συσχέτισης** των δύο καμπυλών κ.α.

Η διόρθωση των παραμέτρων του μοντέλου επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειαστεί, μέχρις ότου να ικανοποιηθεί το κριτήριο που έχουμε θέσει από την αρχή. Δηλαδή είτε η τυπική απόκλιση να λάβει μια ελάχιστη τιμή ή την μικρότερη δυνατή, είτε ο συντελεστής συσχέτισης να πλησιάσει την μονάδα κ.ο.κ.



## ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### Υπολογισμός Βαρυτικών Ανωμαλιών και Κατασκευή Χαρτών

Τα δεδομένα που πραγματεύεται η παρούσα άσκηση αφορούν συνθετικά (κατασκευασμένα δηλαδή) βαρυτικά δεδομένα (τιμές επιτάχυνσης της βαρύτητας) για την περιοχή του ηφαιστείου των Μεθάνων. Στόχος σας είναι να αναδείξετε την βαρυτική ανωμαλία που οφείλεται στον μαγματικό θάλαμο. Προς τούτο, θα υπολογίσετε την πλήρη ανωμαλία Bouguer. Συμπληρωματικά σας δίνεται το τοπογραφικό ανάγλυφο της ευρύτερης περιοχής (υπό μορφή GRID). Στοιχεία όπως, οι τιμές  $g_n$  για τις θέσεις των σταθμών, και οι τιμές Τοπογραφικής Διόρθωσης σας δίδονται επίσης.

Στο συμπίεσμένο ψηφιακό αρχείο που αποσυμπιέσατε και μέσα στον φάκελο ASKISI\_2 περιέχονται δύο αρχεία EXCEL, καθώς και ένας αριθμημένος υποφάκελος (ο **1\_TOPO**).

### Υπολογισμός Βαρυτικών Ανωμαλιών

Στο αρχείο **methGRV.xls** περιέχονται τα δεδομένα με τα οποία θα εργαστείτε:

1. Ανοίξετε το αρχείο **methGRV.xls**. Στο φύλλο εργασίας **GRVcalc** συμπληρώστε στα κενά κελιά τις απαραίτητες συναρτήσεις ώστε να συμπληρωθεί ο πίνακας. (Συμβουλευθείτε και την [Εξίσωση 1](#) του παρόντος φυλλαδίου). [Βαθμολογική αξία: 0,5 μονάδα]

### Κατασκευή Χαρτών

1. Κατόπιν ανοίγετε το Surfer. Αρχικά κατασκευάστε τον **Χάρτη Κατανομής Βαρυτικών Σταθμών**. Με την χρήση του αρχείου **TOPO.grd** που περιέχεται στον φάκελο **1\_TOPO** κατασκευάστε τον λεπτομερή τοπογραφικό χάρτη της ευρύτερης περιοχής μελέτης.  
Στον ίδιο φάκελο περιέχονται και τα αρχεία **AKTOGRAMMH.blm** και **FAULTS.blm**, τα οποία θα προβάλλετε στον ίδιο χάρτη.  
Κατόπιν προβάλλετε στον χάρτη και τους βαρυτικούς σταθμούς (οι συντεταγμένες τους δίνονται στο αρχείο **methGRV.xls** όπου στις στήλες A, B και Γ έχουν ήδη μεταφερθεί οι συντεταγμένες [X,Y] των σταθμών καθώς και ο αύξων αριθμός αναφοράς τους [A/A])  
([Surfer μπορείτε να τους προβάλλετε με την εντολή Map/Add/Post Layer](#))

ΠΡΟΣΟΧΗ: Η περιοχή την οποία καλύπτει το αρχείο TOPO που σας δίνεται εδώ διαφέρει από εκείνη της προηγούμενης άσκησης. [Βαθμολογική αξία: 0,5 μονάδα]

2. Κατασκευάστε τους αντίστοιχους κανάβους χάρτες από τα δεδομένα που θα περιέχονται πλέον στις τρεις στήλες:

**2\_stnTOPO** (οι τιμές υψομέτρων και βαθυμετρίας στις θέσεις των σταθμών)

**4\_FAA** (για τον σχολιασμό συμβουλευτείτε και το Σχήμα 1.43(α) από τα

**Στοιχεία\_Γενικής\_και\_Εφαρμοσμένης\_Γεωφυσικής-Ενότητα\_1-Βαρύτητα.pdf**)

**6\_CBA**

(στο [Surfer δημιουργείται αρχικά GRID](#) αρχείο από τα δεδομένα μορφής \*.xls μέσω [Grid/Data](#) από κυρίως [menu](#) όπου επιλέγετε τις κατάλληλες στήλες για τα X, Y, Z και ακολουθεί η δημιουργία του αντίστοιχου Layer από [Map/Add/##### Layer](#))

(ΠΡΟΣΟΧΗ: Τις εικόνες θα τις μεταφέρετε στο κείμενο της έκθεσης όπου και θα τις σχολιάσετε αναφερόμενοι τόσο στην πληροφορία που περιέχουν όσο και σε σύγκριση με τις εικόνες του προηγούμενου σταδίου π.χ. πόσο άλλαξε η εικόνα του αναγλύφου όταν χρησιμοποιήσατε ως πληροφορία μόνο τα υψόμετρα και τα βάθη στις θέσεις των σταθμών, ποια η σχέση της εικόνας που

προκύπτει από τα βαρυτικά δεδομένα (μονάδες σε *mGal*), στα διαδοχικά στάδια εφαρμογής των διορθώσεων, με την τοπογραφία (μονάδες σε *m*) αλλά και με την εικόνα που είχατε μετά την εφαρμογή της προηγούμενης διόρθωσης)

[Βαθμολογική αξία: 2,5 μονάδες]

Πριν κλείσετε το Surfer,

- ορίστε επί του χάρτη της πλήρους Ανωμαλίας Bouguer την θέση μιας τομής την οποία θα χρησιμοποιήσετε στην ποσοτική ερμηνεία και, δημιουργήστε το αρχείο της βαρυτικής τομής. Διαδικασία για την κατασκευή της τομής: Αρχικά ψηφιοποιούνται τα άκρα της (στο *Surfer επιτυγχάνεται με την εντολή Map/Digitize Map*) και αποθηκεύονται οι συντεταγμένες σε αρχείο τύπου *bln*. Κατόπιν, με την αλληλουχία εντολών (*Grid/Slice*) και, χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο GRID δημιουργείται το αρχείο της τομής που θα κατασκευασθεί.

[Βαθμολογική αξία: 0,5 μονάδα]

## Ποσοτική Ερμηνεία

- Αρχικά θα προβείτε, με την χρήση του EXCEL στην κατασκευή του διαγράμματος της βαρυτικής τομής που δημιουργήσατε από το Surfer στην εκτίμηση του βάθους του μαγματικού θαλάμου με την **χρήση του κανόνα του εύρους μισού πλάτους  $X_{1/2}$** .  
(Συμβουλευτείτε και εφαρμόστε το Σχήμα 1 του παρόντος φυλλαδίου. Προσέξτε ότι στο κέντρο της ανωμαλίας η απόσταση είναι 0)

[Βαθμολογική αξία: 2,5 μονάδες]

- ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ**: Ανοίξτε το αρχείο **SphereGRV.xls** και μεταφέρετε στην μαρκαρισμένη με **γαλάζιο χρώμα** περιοχή (**Στήλες U και V**) τις τιμές (**προσοχή! με Paste Special ->Values**) των αποστάσεων από την αρχή της τομής και τις αντίστοιχες τιμές Βαρυτικής ανωμαλίας.

Κατόπιν:

- Δώστε αρχικές τιμές Βάθους και ακτίνας (... για το βάθος μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εκτίμηση που προέκυψε από την χρήση του κανόνα του εύρους μισού πλάτους ενώ για την ακτίνα, τιμή ίση με 1000m).
- Με την βοήθεια της ράβδου κύλισης μεταφέρετε το κέντρο της θεωρητικής καμπύλης (κόκκινο χρώμα) κοντά στο κέντρο της καμπύλης των παρατηρήσεων (μπλε κουκίδες).
- Έπειτα αρχίστε ένα κύκλο αλλαγών των τιμών της ακτίνας, και του βάθους βελτιώνοντας **και** την θέση των κέντρων ώσπου να ταυτίσετε (στο μέτρο του δυνατού) τις δύο καμπύλες, ενώ θα παρακολουθείτε και την τιμή του σφάλματος.

Όταν καταλήξετε,

- Περιγράψτε συνοπτικά πώς εφαρμόσατε στην παρούσα άσκηση την διαδικασία της προσομοίωσης αντιστοιχίζοντας τις εργασίες που κάνατε στο Πρακτικό μέρος της άσκησης με τα βήματα που δίνονται στο διάγραμμα ροής στο Σχήμα 2 του παρόντος φυλλαδίου. (λάβετε υπ όψη ότι δύο βήματα δεν ακολούθησαν ακριβώς την σειρά που δίνεται στο διάγραμμα ροής)
- αντιγράψτε το τελικό διάγραμμα στην έκθεσή σας, και καταγράψτε την τελική σας γνωμοδότηση για την θέση (συντεταγμένες κέντρου), το βάθος και τις διαστάσεις του μαγματικού θαλάμου.

[Βαθμολογική αξία: 3,5 μονάδα]