



Πηνελόπη

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ  
ΓΙΑ ΤΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΕ ΕΥΡΕΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ

# ΓΑΙΑ II

Διασυνδεδεμένοι Μικρόκοσμοι Πολυμέσων για τη  
Διαθεματική Διερεύνηση της Γης

## Βιβλίο Δραστηριοτήτων



Ελληνικά  
Σχολεία  
στην  
Κοινωνία  
της  
Πληροφορίας

Φορέας  
Υλοποίησης

Ερευνητικό  
Ακαδημαϊκό  
Ινστιτούτο  
Τεχνολογίας  
Υπολογιστών

Ανάδοχοι

- Πληροφορική Τεχνογνωσία
- Γεωδυναμικό Ινστιτούτο
- Ινστιτούτο Πληροφορικής & Τηλεματικής
- Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας Παν/μίου Αθηνών
- Compulink Network

Φορείς της Ενέργειας



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ

ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΕΡΓΟ ΕΧΕΙ  
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΘΕΙ ΚΑΤΑ 75% ΑΠΟ  
ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΥΠ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ  
ΥΠ. ΕΣΣΤ., ΔΗΜ. ΔΙΟΙΚ. & ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗΣ  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
«ΚΟΙΝΩΝΙΑ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ»

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ



ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ  
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



## ΓΑΙΑ II

### ΔΙΑΣΥΝΔΕΟΜΕΝΟΙ ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟΙ ΠΟΛΥΜΕΣΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

#### Βιβλίο Δραστηριοτήτων

(Έκδοση Φεβρουάριος 2003)

#### Περίληψη

Το *Βιβλίο Δραστηριοτήτων* της ΓΑΙΑΣ, το οποίο απευθύνεται και στον μαθητή και στον καθηγητή, περιέχει ένα πλούσιο υλικό με ιδέες, συγκεκριμένα φύλλα εργασίας και ερωτήματα τα οποία μπορούν άμεσα να αξιοποιηθούν στην εκπαιδευτική πράξη. Η διερευνητική και "πολλαπλή" φύση του λογισμικού δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να δημιουργήσει παρόμοιες ή και εντελώς διαφορετικές δραστηριότητες από τις προτεινόμενες, σύμφωνα με τον επιθυμητό τρόπο αξιοποίησης του λογισμικού. Οι λεπτομέρειες για το θεωρητικό υπόβαθρο και την ένταξη των μικρόκοσμων στη διδασκαλία περιγράφονται στο *Βιβλίο Καθηγητή*, ενώ οι οδηγίες λειτουργίας του λογισμικού στο *Εγχειρίδιο Χρήσης*.

#### Συντάκτες

Νίκος Δαπόντες, Πληροφορική Τεχνογνωσία  
Σπύρος Τσοβόλας, Πληροφορική Τεχνογνωσία  
Γιάννης Κωτσάνης, Πληροφορική Τεχνογνωσία  
Γιώργος Δάλκος, Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας  
Βασίλης Καραστάθης, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο

#### Φιλολογική Επιμέλεια

Γιώργος Δάλκος, Μουσείο Ιστορίας της Παιδείας

#### Γραμματειακή Υποστήριξη

Μαρία Σαββίδου

#### Επιμέλεια

Γιάννης Κωτσάνης, Πληροφορική Τεχνογνωσία

#### Περιεχόμενα

Εισαγωγή στη ΓΑΙΑ .....	3
Κόσμος Εγκέλαδος: Το Εσωτερικό της Γης .....	4
Μικρόκοσμος: Δομή εσωτερικού της γης.....	5
Σύσταση εσωτερικού της Γης .....	5
Ιδιότητες εσωτερικού της Γης.....	7

## Εισαγωγή στη ΓΑΙΑ

Μια φορά κι έναν καιρό, στον κόσμο δεν υπήρχε τίποτε άλλο από το Χάος. Από το Χάος ξεπήδησε μ' ένα θαυματουργικό τρόπο η *Γαία*, που έγινε η παγκόσμια μητέρα όλων των όντων. Γέννησε πρώτα τον Ουρανό, που τον έβαλε να την περιτριγυρίζει από παντού και να είναι αιώνια κατοικία των αθανάτων. Ύστερα, μαζί του έκανε πολλά παιδιά, τους Τιτάνες, τους Κύκλωπες και τους Γίγαντες. Η Γαία συνέχισε να γεννάει, αλλά ο Ουρανός, ξέροντας πως κάποτε θα εκθρονιζόταν από τα παιδιά του, τα εξαφάνιζε μόλις έρχονταν στη ζωή, γκρεμίζοντάς τα στα έγκατα της γης. Τότε η Γαία, συμβουλεύει έναν από τους Τιτάνες, τον Κρόνο, να ευνουχίσει τον Ουρανό, κι έτσι να πάρει τη θέση του. Ο Κρόνος παντρεύτηκε την αδελφή του, τη Ρέα, κι έκανε μαζί της πολλά παιδιά, ώσπου ο πατέρας του τού αποκάλυψε ότι ένα από τα παιδιά του θα τον εκθρονίσει. Έτσι, μόλις η Ρέα γεννούσε ένα παιδί, αυτός, αντί να το γκρεμίζει στα τάρταρα, το κατάπινε. Η Ρέα, σαν ήρθε ο καιρός να γεννήσει πάλι, παρακάλεσε τους γονείς της να τη βοηθήσουν. Τότε η Γαία και ο Ουρανός τη συμβουλεύουν να φύγει στην Κρήτη, να αφήσει εκεί το νεογέννητο, να γυρίσει κοντά στον Κρόνο και να προσποιηθεί πως γεννάει. Έτσι κι έγινε. Η Ρέα παρουσιάζει στον Κρόνο μια πέτρα τυλιγμένη με φασκιές και ο Κρόνος την καταπίνει λαίμαργα, σίγουρος πως κι αυτή τη φορά είχε αποφύγει τον κίνδυνο. Όμως, το παιδί που μεγάλωνε στην Κρήτη ήταν ο Δίας, που αργότερα πήρε τη θέση του πατέρα του και την κράτησε για πάντα. Έτσι επικράτησε η δυναστεία των θεών του Ολύμπου στην Ελλάδα.

Από αυτόν τον αρχαίο ελληνικό μύθο μαθαίνουμε ότι για τους αρχαίους η *ΓΑΙΑ* ήταν μια από τις πρώτες και πιο σημαντικές θεότητες. Για μας, η Γη είναι ένας πλανήτης μέσα στο απέραντο διάστημα που, καθώς κινείται γύρω από τον ήλιο, μας φέρνει την Άνοιξη, το Καλοκαίρι, το Φθινόπωρο και το Χειμώνα. Στην επιφάνειά της απλώνονται ωκεανοί και ήπειροι, και όλοι ξέρουμε ότι στα έγκατα της δεν υπάρχουν τα τάρταρα, αλλά ένα υλικό που βρίσκεται σε διάπυρη κατάσταση. Στο σχολείο μάθαμε ότι η γη είναι σφαιρική, όπως όλοι οι πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, ότι κάνει μια πλήρη περιστροφή γύρω από τον άξονά της κάθε 24 ώρες, ότι ασκεί μια έλξη σε κάθε αντικείμενο που βρίσκεται στην ατμόσφαιρά της, ότι έχει μαγνητικό πεδίο. Όμως, όλα αυτά είναι αδύνατο να τα επαληθεύσουμε χρησιμοποιώντας μόνο τις αισθήσεις μας.

Η γνώση μας για τη Γη αυξάνει, όσο περνάει ο χρόνος και η επιστήμη εξελίσσεται. Φανταστείτε ότι, αν ζούσαμε πριν από μερικές χιλιετίες, θα είμαστε βέβαιοι, όπως οι αρχαίοι Έλληνες, ότι η Γη είναι μια πολύ σπουδαία θεότητα. Αλλά και μόλις πριν από μερικές εκατοντάδες χρόνια, οι γνώσεις των ανθρώπων για τη Γη δεν είχαν αυξηθεί ιδιαίτερα. Σκεφθείτε ότι αν ζούσαμε στην εποχή του Γαλιλαίου, ίσως θα μπορούσαμε να παρευρεθούμε στο δικαστήριο που τον υποχρέωσε να παραδεχτεί πως η Γη δεν κινείται, για να μην τον καταδικάσει σε θάνατο!!!

Σήμερα όμως, η εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας μάς επιτρέπει να ταξιδεύουμε όχι μόνο πάνω στη γη αλλά και έξω απ' αυτή, και να διαπιστώνουμε με τα ίδια μας τα μάτια πολλά από εκείνα που μόνο με τη φαντασία τους μπορούσαν να συλλάβουν οι άνθρωποι, ακόμη και πριν από λίγες δεκαετίες. Σήμερα ξέρουμε ότι αναρίθμητοι τεχνητοί δορυφόροι περιστρέφονται γύρω από τη Γη, δίνοντάς μας κάθε λεπτό πολύτιμες πληροφορίες, ενώ, πολύ συχνά, επανδρωμένα διαστημόπλοια εκτοξεύονται για να ταξιδέψουν στο διάστημα.

Ένα τέτοιο ταξίδι, μέσα από τον ηλεκτρονικό μας υπολογιστή, μπορούμε να κάνουμε κι εμείς, ακολουθώντας την πορεία της *ΓΑΙΑΣ* στον απέραντο κόσμο των γνώσεων.

## Κόσμος Εγκέλαδος: Το Εσωτερικό της Γης

Ίσως να μην υπάρχει κανένας άνθρωπος στη Γη, που να μην έχει νιώσει το φόβο του σεισμού, τη στιγμή που, χωρίς προειδοποίηση, η γη συγκλονίζεται, και μαζί με αυτήν κάθε ανθρώπινη κατασκευή στην επιφάνειά της. Τότε, τα ερωτήματα έρχονται στη σκέψη μας αυθόρμητα: Πόσο καλά γνωρίζουμε τον πλανήτη μας; Μήπως, μαθαίνοντας πολλά για την επιφάνειά του, περιορίζουμε το οπτικό μας πεδίο και οδηγούμαστε σε συμπεράσματα που δεν ελέγχονται πάντοτε με ακρίβεια; Μήπως ορισμένες απαντήσεις βρίσκονται κρυμμένες στα έγκατα της Γης; Κι αν είναι έτσι, πώς μπορούμε να διεισδύσουμε στα βάθη του εσωτερικού της Γης και να μελετήσουμε τα χαρακτηριστικά του; Άραγε, αν μπορούσαμε να κατορθώσουμε κάτι τέτοιο, θα λύναμε τις απορίες μας;

Στον κόσμο του Εγκέλαδου μπορούμε να διεισδύσουμε στο εσωτερικό της Γης, μέσα από τη διαδικασία της έμμεσης παρατήρησης. Ο Εγκέλαδος είναι ο «κόσμος» των σεισμών. Για τους αρχαίους προγόνους μας ήταν ένας γίγαντας που ονειρευόταν να πάρει για γυναίκα του τη θεά Αθηνά, αφού προηγουμένως θα είχε εξουσιάσει όλη τη θάλασσα. Η Αθηνά όμως, στη διάρκεια του πολέμου μεταξύ θεών και γιγάντων, ανέλαβε να τον καταδιώξει πάνω από τη Μεσόγειο, και τελικά τον συνάντησε κοντά στην Ιταλία. Εκεί, μέσα στη θάλασσα, η Αθηνά του πέταξε στο κεφάλι ολόκληρη τη Σικελία και τον έθαψε κάτω από το νησί. Έτσι, κάθε φορά που ο Βεζούβιος ή η Αίτνα βρίσκονταν σε κατάσταση σεισμικής διέγερσης, οι αρχαίοι πίστευαν ότι τότε βρυχώταν ο καταπλακωμένος γίγαντας, και γι' αυτό το όνομά του συνδέθηκε με τους σεισμούς, παρόλο που υπεύθυνος θεός για τις σεισμικές δονήσεις ήταν ο Ποσειδώνας.

Μέχρι πρόσφατα, η γνώση μας για τη σύσταση του εσωτερικού της γης προερχόταν από το φαινόμενο των ηφαιστειακών εκρήξεων, από τα τεράστια σύννεφα σκόνης και τα ποτάμια της λάβας που ξεχύνονται, κάθε φορά που τα ηφαίστεια ενεργοποιούνται. Αναπόφευκτα, η φαντασία μας μόνο μπορούσε να συμπληρώσει αυτή τη φαντασμαγορική εικόνα. Ο Ιούλιος Βερν, μάλιστα, πριν από εκατόν πενήντα χρόνια, φρόντισε να την τροφοδοτήσει, με ένα μαγικό ταξίδι, το «Ταξίδι στο κέντρο της Γης». Μπορεί το ταξίδι αυτό να είναι το μόνο από εκείνα που φαντάστηκε ο μεγάλος αυτός συγγραφέας, το οποίο δεν πρόκειται ίσως ποτέ να πραγματοποιηθεί, καθώς σήμερα γνωρίζουμε καλά ότι το εσωτερικό της γης βρίσκεται σε διάπυρη κατάσταση, με θερμοκρασίες αφάνταστα υψηλές, που δεν επιτρέπουν καμιά άμεση παρατήρηση. Πρέπει λοιπόν, προς το παρόν τουλάχιστον, να περιοριστούμε σε συμπεράσματα, στα οποία καταλήγουμε από έμμεσες παρατηρήσεις.

Πρώτα απ' όλα, βέβαια, δεν πρέπει να παραβλέπουμε την άμεση παρατήρηση των επιφανειακών πετρωμάτων και των υλικών από τα οποία αποτελούνται. Όμως, τα πιο ενδιαφέροντα στοιχεία προέρχονται από την παρατήρηση των σεισμών. Σήμερα, χιλιάδες επιστήμονες σ' όλο τον κόσμο «διαβάζουν» τα σήματα που εκπέμπουν τα σεισμικά κύματα, όταν σε κάποιο μέρος της γης προκαλούνται σεισμικές δονήσεις. Τα συμπεράσματα από τις παρατηρήσεις τους επιβεβαιώνουν τις υποθέσεις που κάνουμε για το φλοιό της γης, το μανδύα, τον εξωτερικό και εσωτερικό πυρήνα του πλανήτη μας. Και στον ηλεκτρονικό μας υπολογιστή, μέσα από προσομοιώσεις σεισμών, έχουμε την ευκαιρία να μελετήσουμε κι εμείς το εσωτερικό της γης και να διαπιστώσουμε τις απίστευτες δυνάμεις του φοβερού κόσμου του ΕΓΚΕΛΑΔΟΥ.

## Μικρόκοσμος: Δομή εσωτερικού της γης

ΓΑΙΑ – ΕΓΚΕΛΛΑΔΟΣ <i>Μικρόκοσμος: δομή εσωτερικού της γης</i>	Δραστηριότητα 1 <b>Σύσταση εσωτερικού της Γης</b>	ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ Α', Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
--	--	-------------------------------

Ονοματεπώνυμο: ..... Τάξη: ..... Ημερομηνία: .....

**Περιγραφή:** Η βαθύτερη εξερευνητική γεώτρηση που έχει γίνει είναι η Kola Super-Deep Borehole (KSDB, συχνά αναφερόμενη και με το Ρωσικό της ακρωνύμιο SG-3) στη Ρωσική χερσόνησο Kola. Η KSDB έπαιρνε δείγματα υλικών συνεχώς από την επιφάνεια μέχρι βάθος 12,26 km. Το βάθος της γεώτρησης αυτής είναι εξαιρετικά μεγάλο, δεδομένου ότι ακόμη και οι βαθύτερες γεωτρήσεις πετρελαίου δεν ξεπερνούν τα 5 km. Η γεώτρηση που παρουσιάζεται στον μικρόκοσμο του Εγκέλαδου να φθάνει έως τον πυρήνα, είναι εικονική αλλά δίνει με παραστατικό τρόπο τη μεταβολή των φυσικών ιδιοτήτων των υλικών του εσωτερικού της Γης με το βάθος.



*Οι εγκαταστάσεις της Kola Super-Deep Borehole*

### Εξοικείωση

Στην οθόνη του υπολογιστή σας παρουσιάζεται η τρισδιάστατη απεικόνιση της Γης. Με ένα γεωτρύπανο θα κάνουμε εικονική διείσδυση στο εσωτερικό της, για να πάρουμε πληροφορίες για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Δεξιά στην οθόνη υπάρχει η γραφική παράσταση διαφόρων μεγεθών με το βάθος και κάτω υπάρχει πίνακας με πληροφοριακά στοιχεία για τη σύσταση και τις φυσικές ιδιότητες για το βάθος στο οποίο βρισκόμαστε.

### Ερώτημα πρώτο

Τρέξτε την προσομοίωση στο Βόρειο πόλο. Παρατηρήστε το γεωτρύπανο στην κάθοδό του προς το κέντρο της Γης και σημειώστε στον παρακάτω πίνακα τη μέγιστη θερμοκρασία για κάθε μία από τις περιοχές του εσωτερικού της.

Περιοχή	Βάθος (σε km)	Μέγιστη Θερμοκρασία
Φλοιός		
Ανώτερος Μανδύας		
Κατώτερος Μανδύας		
Εξωτερικός Πυρήνας		
Εσωτερικός Πυρήνας		

Συμπεράσματα από τη μελέτη του πίνακα:

.....

.....

Επαναλάβετε το ίδιο στον Ισημερινό και στο Νότιο πόλο (δηλ. σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη) μεταβάλλοντας τον αριστερό μεταβολέα του πιλοτηρίου. Τι παρατηρείτε;

.....

.....

### Ερώτημα δεύτερο

1. Επαναλάβετε τη γεώτρηση από την επιφάνεια της Γης μέχρι το κέντρο της.
2. Σε ποια απόσταση από την επιφάνεια η θερμοκρασία φθάνει τους 900 βαθμούς; .....
3. Αν την ίδια απόσταση ξεκινούσαμε να τη διανύσουμε από την Αθήνα προς την Πάτρα, σε ποια πόλη θα φτάναμε; .....
4. Σε πόσα km από την επιφάνεια είναι το κέντρο της Γης; .....
5. Αν η θερμοκρασία αυξανόταν ανάλογα με το βάθος, ποια θα ήταν τότε η θερμοκρασία στο εσωτερικό της γης. Δηλαδή:

900 βαθμοί αντιστοιχούν σε .... Km

?

.... Km (κέντρο της Γης)

6. Πόση απόκλιση έχουμε από τη θερμοκρασία που έχουν υπολογίσει από μελέτες οι Γεωφυσικοί επιστήμονες;

.....

.....

.....

### Συζήτηση - Συμπεράσματα

.....

.....

.....

.....

.....

<b>ΓΑΙΑ – ΕΓΚΕΛΛΑΔΟΣ</b> <i>Μικρόκοσμος: Δομή εσωτερικού της γης</i>	<b>Δραστηριότητα 2</b> <b>Ιδιότητες εσωτερικού της Γης</b>	<b>ΦΥΣΙΚΗ</b> <b>Β' ΛΥΚΕΙΟΥ</b>
---	---	------------------------------------

Όνοματεπώνυμο: ..... Τάξη: ..... Ημερομηνία: .....

### Εξοικείωση

Στην οθόνη του υπολογιστή σας παρουσιάζεται η τρισδιάστατη απεικόνιση της Γης. Με ένα γεωτρύπανο θα κάνουμε εικονική διείσδυση στο εσωτερικό της, για να πάρουμε πληροφορίες για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Δεξιά στην οθόνη υπάρχει η γραφική παράσταση διαφόρων μεγεθών με το βάθος και κάτω υπάρχει πίνακας με πληροφοριακά στοιχεία για τη σύσταση και τις φυσικές ιδιότητες για το βάθος στο οποίο βρισκόμαστε.

### Ερώτημα πρώτο

Τρέξτε την προσομοίωση. Παρατηρήστε το γεωτρύπανο στην κάθοδό του προς το κέντρο της Γης και τον πίνακα με τη σύσταση και τις ιδιότητες σε διάφορα βάθη.

1. Τι συμπεράσματα προκύπτουν από τη διείσδυση του γεωτρύπανου;

.....  
 .....

2. Σε ποια βάθη παρατηρούνται απότομες αλλαγές αλλά και έντονες μεταβολές στα διαγράμματα; Οι μεταβολές αυτές συσχετίζονται με τις περιοχές της δομής της Γης;

.....  
 .....

3. Στις γραφικές παραστάσεις παρατηρήστε πώς μεταβάλλεται η πυκνότητα με το βάθος.

.....  
 .....

### Ερώτημα δεύτερο

Επαναλάβετε τη γεώτρηση από την επιφάνεια της Γης μέχρι το κέντρο της. Παρατηρήστε πώς μεταβάλλονται οι ταχύτητες διαμήκων (P) και εγκάρσιων σεισμικών κυμάτων (S) με το βάθος.

1. Τι συμπεράσματα προκύπτουν από τη γραφική παράσταση των ταχυτήτων των σεισμικών κυμάτων;

.....  
 .....

2. Γιατί τα κύματα S παρουσιάζουν μηδενική ταχύτητα στον εξωτερικό πυρήνα;

.....  
 .....

3. Αν ένα κύμα P ταξιδεύει μέσα στον εσωτερικό πυρήνα και έχει συχνότητα 0,5 Hz τότε υπολογίστε το μήκος κύματός του στο κέντρο της Γης (δηλαδή στα 6371 km):

.....  
 .....

4. Ένα κύμα P εισέρχεται από τον εξωτερικό στον εσωτερικό πυρήνα. Ποια είναι η ταχύτητα των σεισμικών κυμάτων P στα δύο μέρη του πυρήνα πάνω στο όριό τους;

.....

.....

5. Αν η πρόσπτωση στο παραπάνω όριο γίνεται με γωνία 30 μοιρών, τι κατεύθυνση θα ακολουθήσει το κύμα;

.....

.....

### Συζήτηση - Συμπεράσματα

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....