

Κατασκευάζοντας ένα σειсмоγράφο από άχρηστα υλικά

Panteleimon Bazanos

Μετάφραση από τον Παντελεήμονα Μπαζάνο (Panteleimon Bazanos).

Γνωρίζετε ότι μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα ηχεία από ένα παλιό στερεοφωνικό για να ανιχνεύσετε σεισμούς; Και επίσης να εκτελέσετε μερικά απλά πειράματα στην τάξη σχετικά με τους σεισμούς; Να πως γίνεται.



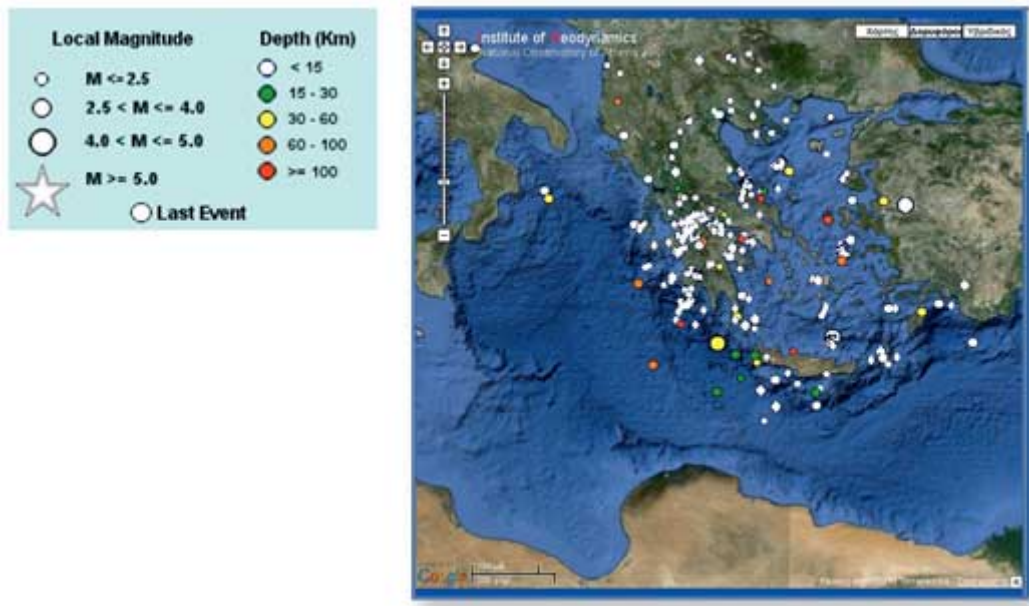
Η εικόνα προσφέρθηκε από Jeffreyw / iStockphoto

Όλο τον καιρό σε ολόκληρο τον κόσμο γίνονται σεισμοί. Το 2011, οι σεισμοί που προκάλεσαν την καταστροφή της Fukushima στην Ιαπωνία, σκότωσαν χιλιάδες στην Τουρκία και κατέστρεψαν το Christchurch της Νέας Ζηλανδίας, έγιναν πρωτοσέλιδα εφημερίδων. Αλλά γνωρίζετε ότι το 2011 έγιναν επίσης σεισμοί στη Φιλανδία, στο Βέλγιο και στη Δημοκρατία της Τσεχίας;

Μερικοί σεισμοί μπορεί να είναι τόσο ασθενείς που να είναι πρακτικά ανεπαίσθητοι, παρόλα αυτά όμως μπορούν να καταγραφούν. Κάθε τρέμουλο της Γης παράγει διαφορετικούς τύπους δονήσεων ή σεισμικά κύματα, που ταξιδεύουν με διαφορετική ταχύτητα στο εσωτερικό της Γης. Αυτά τα κύματα μπορούν να ανιχνευτούν και να καταγραφούν από όργανα που λέγονται σειсмоγράφοι, που συχνά βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις από το σεισμό. Μετρώντας το χρόνο που χρειάζονται τα σεισμικά κύματα για να φτάσουν στους σειсмоγράφους, καθώς και το πλάτος και τη διάρκεια των κυμάτων, μπορούμε να υπολογίσουμε το μέγεθος του σεισμού και να καθορίσουμε το επίκεντρό του.

Καταγράφοντας τοπικούς σεισμούς

Σεισμοί γίνονται κάθε μέρα στην Ελλάδα (εικόνα 1), καθώς βρίσκεται στα όρια δύο τεκτονικών πλατών. Η περιοχή της Μεσσηνίας, που βρίσκεται το σχολείο μας, έχει ιστορία από μεγάλους σεισμούς. Το 1886, ένας ισχυρός σεισμός μεγέθους 7.5 Richter χτύπησε τα Φιλιατρά^{w1} (εικόνα 2). Ένα αιώνα αργότερα, η Καλαμάτα πλήγηκε από ένα άλλο δυνατό σεισμό^{w2}, μεγέθους 6.0 Richter αυτή τη φορά. Προβλέπεται ότι μέσα στα επόμενα 100 χρόνια, η Σπάρτη θα πληγεί από σεισμό^{w3} εγέθους 7.0 Richter.



Εικόνα 1: Οι σεισμοί στην Ελλάδα κατά την πρώτη εβδομάδα του Νοεμβρίου 2011. Λόγω της θέσης της στα όρια της Αφρικανικής τεκτονικής πλάκας και Ευρασιατικής τεκτονικής πλάκας, κάθε μέρα γίνονται αρκετοί σεισμοί

Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos; Πηγή εικόνας: Το αυτοματοποιημένο σύστημα ανακοινώσεων σεισμών του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου (Institute of Geodynamics) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (the National Observatory of Athens)



Εικόνα 2: Το 1886 ισχυρός σεισμός κατάστρεψε τα Φιλιατρά, ενώ το 1986 άλλος σεισμός προκάλεσε μεγάλες ζημιές στην Καλαμάτα. Η Σπάρτη είναι πιθανό να είναι ένα άλλο θύμα μέσα στα επόμενα 100 χρόνια

Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos; Το αυτοματοποιημένο σύστημα ανακοινώσεων σεισμών του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου (Institute of Geodynamics) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (the National Observatory of Athens)

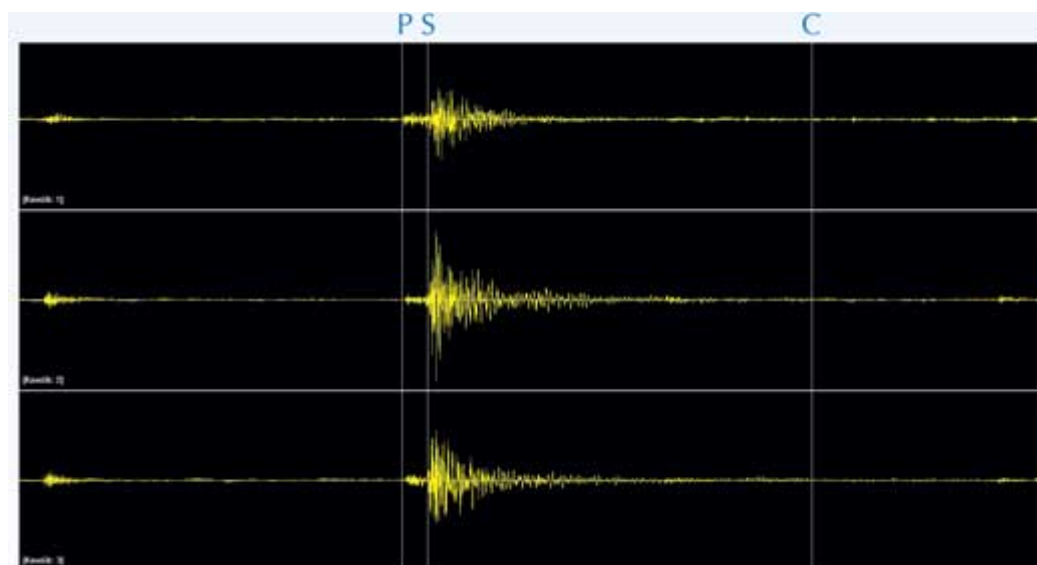
Για να ενθαρρύνω τους μαθητές μου να μάθουν για τους σεισμούς, εγκατέστησα στο σχολείο μας – το Γενικό Λύκειο Φιλιατρών, ένα εμπορικό, εκπαιδευτικό σειсмоγράφο. Ο σειсмоγράφος βασίζεται σε μια διάταξη τριών γεωφώνων – όργανα που αποκρίνονται στα σεισμικά κύματα και τα μετατρέπουν σε ηλεκτρικά σήματα. Κάθε ένα από τα τρία γεωφώνα καταγράφει κύματα στην κατακόρυφη, ανατολική –

δυτική και βόρεια – νότια διεύθυνση. Ύστερα τα τρία σήματα επεξεργάζονται από υπολογιστή, επιτρέποντας τον υπολογισμό του μεγέθους και της απόστασης από το επίκεντρο του σεισμού. (εικόνα 3).



Κάντε κλικ στην εικόνα για μεγέθυνση

Η εικόνα προσφέρθηκε από Nicola Graf



Εικόνα 3: Σεισμόγραμμα τριών καναλιών από τον εμπορικό μας σειсмоγράφο, που δείχνει τους χρόνους άφιξης των πρωτεύοντων (P) και δευτερευόντων (S) κυμάτων καθώς και τον χρόνο που σταματούν οι δονήσεις (C).

Τα πρωτεύοντα κύματα είναι διαμήκη κύματα^{w4} και φτάνουν πρώτα στο σειсмоγράφο. Μπορούν να ταξιδεύουν μέσα από στερεά ή ρευστά – στον αέρα παίρνουν τη μορφή των ηχητικών κυμάτων, ταξιδεύοντας συνεπώς με την ταχύτητα του ήχου (340 m/s). Στο νερό ταξιδεύουν με περίπου 1450 m/s και στο γρανίτη με περίπου 5000 m/s. Τα δευτερεύοντα κύματα είναι εγκάρσια κύματα, που φτάνουν στο σειсмоγράφο μετά τα πρωτεύοντα και μετατοπίζουν το έδαφος σε διεύθυνση κάθετη στην κατεύθυνση διάδοσης. Δεν διαδίδονται σε υγρά ή αέρια, και ταξιδεύουν μέσα στα στερεά με το 60% περίπου της ταχύτητας των πρωτεύοντων κυμάτων.

Η απόσταση από το επίκεντρο (σε Km) και το μέγεθος του σεισμού (μετρημένο στην κλίμακα Richter) υπολογίζονται σύμφωνα με τους τύπους

$$\text{απόσταση} = p_1 \cdot (t_s - t_p)$$

και

$$\text{μέγεθος} = p_2 \cdot \log_{10} (t_c - t_p) + p_3 \cdot \text{distance} - p_4$$

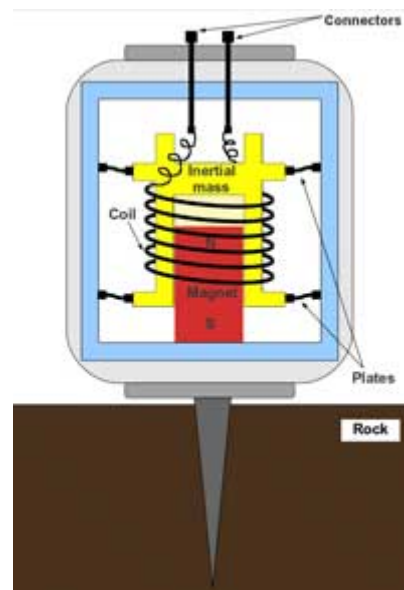
όπου p_1, p_2, p_3, p_4 είναι σταθερές που εξαρτώνται από τον τύπο των πετρωμάτων διαμέσου των οποίων περνάει ο σεισμός. Εξ' ορισμού τιμές είναι $p_1 = 7.6, p_2 = 2.31, p_3 = 0.0012, p_4 = 1.0$. Τρεις τιμές χρόνου (σε δευτερόλεπτα) χρειάζονται: ο χρόνος άφιξης των κυμάτων P (t_p), ο χρόνος άφιξης των κυμάτων S (t_s) και ο χρόνος λήξης των δονήσεων (t_c)

Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos; Πηγή εικόνας: Seismic Logger, Helicorder and Dataviewer software, Εργαστήριο Σεισμολογίας Πανεπιστημίου Πατρών (Seismology Laboratory of the University of Patras)

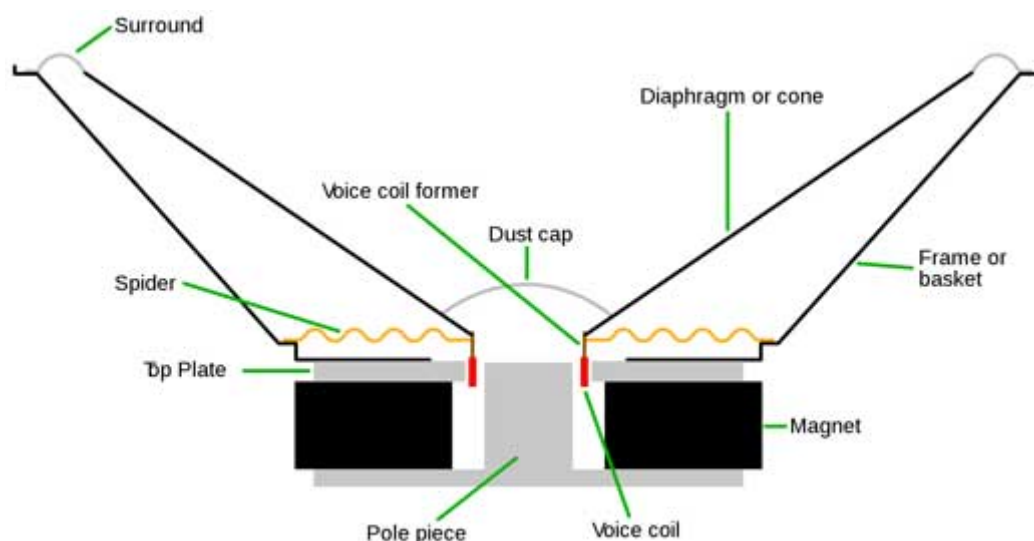
Κατασκευάζοντας ένα σεισογράφο

Θέλησα επίσης να ενθαρρύνω του μαθητές μου να σκεφτούν σχετικά με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται στην ανίχνευση και μέτρηση των σεισμών και να καταλάβουν τι κάνει κάθε στοιχείο, παρά να βλέπουν το σεισογράφο σαν «μαύρο κουτί». Στο τέλος κατασκευάσαμε το δικό μας σεισογράφο, με τον οποίο μπορούμε να ανιχνεύουμε τοπικούς σεισμούς, μέχρι 100 – 200 Km μακριά, ανάλογα με το μέγεθός τους.

Στην καρδιά κάθε σεισογράφου είναι τα γεώφωνα. Αυτά μετατρέπουν τις δονήσεις του εδάφους σε ηλεκτρικά σήματα με τη βοήθεια ενός πηνίου που κινείται σχετικά με ένα μαγνήτη, παράγοντας ηλεκτρική τάση στις άκρες του πηνίου (νόμος Faraday; εικόνα 4). Για να κατασκευάσουμε το σεισογράφο μας, χρησιμοποιήσαμε καθημερινή τεχνολογία για το γεώφωνο: Ένα ηχείο. Κανονικά, τα ηχεία λειτουργούν μετατρέποντας ηλεκτρικά σήματα σε σχετική κίνηση ενός πηνίου ως προς ένα μαγνήτη, πράγμα που κάνει τον κώνο να κινείται μέσα – έξω, δημιουργώντας δονήσεις: τα ηχητικά κύματα (εικόνα 5). Κάνοντάς τα να λειτουργούν αντίστροφα – μετατρέποντας τις δονήσεις σε ηλεκτρικά σήματα – μπορούν να λειτουργήσουν και σαν γεώφωνα.



Εικόνα 4: Πως δουλεύει ένα γεώφωνο. Όταν το έδαφος δονείται, η μάζα με το προσαρτημένο πηνίο κινείται ως προς το μαγνήτη. Η τάση που παράγεται στους ακροδέκτες εξαρτάται από τον τρόπο που δονείται το έδαφος. Κάντε κλικ στην εικόνα για μεγέθυνση.
 Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos



Εικόνα 5: Πως λειτουργεί ένα ηχείο. Αφού η λειτουργία των ηχείων βασίζεται στην σχετική κίνηση πηνίου και μαγνήτη, μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε για να ανιχνεύσουμε δονήσεις εδάφους. Αυτές οι δονήσεις κινούν το πηνίο σχετικά με το μαγνήτη, παράγοντας τάση στα άκρα του πηνίου. Αυτά τα ηλεκτρικά σήματα καταγράφονται από τον υπολογιστή μέσω της κάρτας ήχου, με τον ίδιο τρόπο που γίνεται και η είσοδος από το μικρόφωνο^{w5}

Η εικόνα προσφέρθηκε από Iain Fergusson; Πηγή εικόνας: Wikimedia Commons

Για να κατασκευάσουμε το γεώφωνό μας, χρησιμοποιήσαμε ένα «γούφερ» - ηχείο για χαμηλούς ήχους – επειδή τα γούφερ έχουν σχεδιαστεί να δουλεύουν καλά σε χαμηλές συχνότητες, και τα

σεισμικά κύματα είναι δονήσεις χαμηλών συχνοτήτων. Για να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση των ηχητικών δονήσεων, αφαιρέσαμε τον κώνο του ηχείου.

Για να ολοκληρώσουμε το γεώφωνό μας (εικόνα 6), χρησιμοποιήσαμε επίσης μια μάζα, ένα ελατήριο και το καπάκι από ένα σπρέι. Η μάζα εξυπηρετεί στην αύξηση της αδράνειας, καθώς το πηνίο του ηχείου είναι πολύ ελαφρύ. Τοποθετώντας μια μάζα απ' ευθείας επάνω στο πηνίο μπορεί να το καταστρέψει, έτσι χρησιμοποιήσαμε το ελατήριο για να την συγκρατήσουμε επιτρέποντας την ταλάντωση. Το καπάκι είναι για προστασία του πηνίου. Μετά συνδέσαμε το γεώφωνο γούφερ στην κάρτα ήχου του υπολογιστή και καταγράψαμε σήματα με το λογισμικό επεξεργασίας ήχου, δημιουργώντας ένα λειτουργικό σειсмоγράφο.

Λεπτομερείς οδηγίες για την κατασκευή του σειсмоγράφου μας μπορούν να μεταφορτωθούν από τον ιστοχώρο του *Science in School*^{w6}.

Τώρα είναι η σειρά σας

Αν σας ενδιαφέρει η καταγραφή και η έρευνα της σεισμικής δραστηριότητας στην τάξη, μπορείτε:

1. Να καταγράψετε και να αναλύσετε δεδομένα από υπάρχοντες σειсмоγραφικούς σταθμούς^{w7,w8}.
2. Να χρησιμοποιήσετε ένα εμπορικό, εκπαιδευτικό σειсмоγράφο.
3. Να κατασκευάσετε το δικό σας σειсмоγράφο, χρησιμοποιώντας τις οδηγίες που μπορείτε να μεταφορτώσετε από εδώ^{w6}.
4. Να εκτελέσετε μερικά απλά πειράματα για να προσομοιώσετε και να διερευνήσετε τη φυσική των σεισμών.

Για να καταγράψετε σεισμούς είτε με εμπορικό είτε με αυτοσχέδιο σειсмоγράφο, πρέπει να είστε σχετικά κοντά στα επίκεντρό τους. Ο αυτοσχέδιος σειсмоγράφος μας ανιχνεύει σεισμούς μέχρι 100 – 200 Km μακριά^{w9}, ανάλογα με το μέγεθός τους. Με τον εμπορικό μας σειсмоγράφο^{w10}, έχουμε ανιχνεύσει σεισμούς 4 Richter από 500 Km μακριά.

Οι επιλογές 1 και 4 έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι εφικτές ακόμα και σε περιοχές με πολύ μικρή σεισμική δραστηριότητα.

Αναζητώντας σεισμούς

Το πηνίο του αυτοσχέδιου σειсмоγράφου είναι πολύ ευαίσθητο, έτσι το γεώφωνο πρέπει να μεταχειρίζεται με πολύ μεγάλη προσοχή. Για καλύτερες μετρήσεις, εγκαταστήστε το σειсмоγράφο κάπου ήσυχα και χωρίς δονήσεις, ίσως στο υπόγειο του σχολείου. Ωστόσο, για να κεντρίσω το ενδιαφέρον των μαθητών μου για συμμετοχή, εγκατέστησα το δικό μου στην τάξη.

Αφού εγκαταστήσετε το σειсмоγράφο σας, κάνετε συνεχή καταγραφή για μια – δυο μέρες και αποθηκεύτε τα δεδομένα σε ένα αρχείο. Πριν όμως ψάξετε για σεισμούς στα δεδομένα, πρέπει να τα επεξεργαστείτε λίγο. Οι ακριβείς λεπτομέρειες της επεξεργασίας εξαρτώνται από το λογισμικό που χρησιμοποιείτε, παρόλα αυτά όμως είναι απλές.

1. Απομακρύνετε την μετατόπιση συνεχούς (*DC offset*), για να απαλειφθεί η συνεισφορά του συνεχούς ρεύματος στο σήμα.
2. Ενισχύστε τις χαμηλές συχνότητες (κάτω από τα 100 Hz). Αυτή είναι και η περιοχή στην οποία



Εικόνα 6: Το αυτοσχέδιο γεώφωνό μας

Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos



Βλάβες από σεισμό σε πεζοδρόμιο

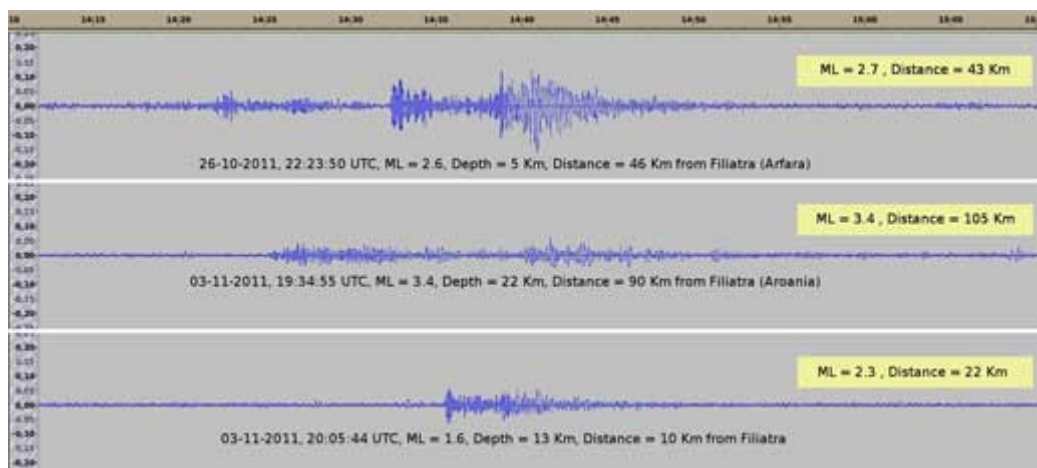
Η εικόνα προσφέρθηκε από Tubbi; Πηγή εικόνας: Wikimedia Commons

θα ανιχνεύσετε τους σεισμούς.

3. Απομακρύνετε το θόρυβο υποβάθρου (θερμικός θόρυβος, ηλεκτρονικός θόρυβος, κλπ.) για να καθαρίσει το σήμα.
4. Τέλος, μπορείτε να αναζητήσετε στα δεδομένα χαρακτηριστικά σήματα που υποδηλώνουν σεισμούς.

Δεν είναι σεισμοί όλα τα σήματα που καταγράφονται από τους σειсмоγράφους. Άλλες περισσότερο τοπικές πηγές θορύβου, όπως κυκλοφορία οχημάτων, άνεμος, εκρήξεις, άνοιγμα και κλείσιμο πορτών, μπορούν να προκαλέσουν σύγχυση. Οι σεισμοί έχουν συχνά ένα χαρακτηριστικό σήμα. Μια μικρή κυματομορφή που την ακολουθεί μια μεγάλη κυματομορφή (εικόνα 3). Επειδή όμως αυτό δεν ισχύει πάντα, ίσως εσείς και οι μαθητές σας να είστε μερικές φορές αβέβαιοι αν έχετε πραγματικά ανιχνεύσει σεισμό. Ο μόνος τρόπος για να βεβαιωθείτε, είναι να κάνετε ότι κάνουν και οι επαγγελματίες σεισμολόγοι, δηλαδή να συγκρίνετε τα δεδομένα σας με τις καταγραφές που έχουν κάνει άλλοι σεισμολογικοί σταθμοί^{w7,w8}.

Αφού σιγουρευτήτε ότι ανιχνεύσατε σεισμό, μπορείτε να υπολογίσετε το μέγεθός του (στην κλίμακα Richter) και την απόστασή σας από το επίκεντρο (εικόνα 7). Για να τα κάνετε, χρειάζεστε μόνο τρεις μετρήσεις: Τον χρόνο άφιξης (σε δευτερόλεπτα) των κυμάτων P και S και τον χρόνο λήξης των δονήσεων (εικόνα 3). Για περισσότερες πληροφορίες μεταφορτώστε τις οδηγίες από τον ιστοχώρο του *Science in School* website^{w6}.



Εικόνα 7: Σήματα σεισμών που έχουν καταγραφεί με τον αυτοσχέδιο σειсмоγράφο μας. Οι τιμές στα κίτρινα πλαίσια υπολογίστηκαν από δεδομένα του αυτοσχέδιου σειсмоγράφου, ενώ οι τιμές κάτω από τα σήματα είναι από τις αναφορές του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών.

Το ML συμβολίζει το τοπικό μέγεθος (ML) στην κλίμακα Richter

Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos

Πειράματα δονήσεων με ηχεία υπολογιστών

Επίσης επινόησα μερικά πειράματα για να προσομοιάσω μερικά ζητήματα σχετικά με τους σεισμούς και τα σήματα που παράγουν – για παράδειγμα, τη μείωση της ενέργειας που μεταφέρουν οι σεισμοί καθώς περνούν μέσα από διάφορα υλικά.

Για να το κάνουμε, χρησιμοποιήσαμε ηχεία και υπολογιστή με κάρτα ήχου και λογισμικό επεξεργασίας ήχου, όπως και πριν. Αλλά στη θέση των γεωφώνων μπορείτε να χρησιμοποιήσετε παλιά ηχεία υπολογιστών (χωρίς τον κώνο), τα οποία μπορούν να μετακινούνται όπως χρειάζεται για την εκτέλεση των πειραμάτων (εικόνα 8). Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε γούφερ των 100W / 8Ω, όπως και στην κατασκευή του σειсмоγράφου ή ηχεία



Εικόνα 8: Ένα ζευγάρι ηχείων υπολογιστή και το τροποποιημένο καλώδιο για χρήση στα πειράματα.

υπολογιστών των 3W / 8Ω και επιπλέον το πρόγραμμα επεξεργασίας ήχου Audacity^{w11}. Για λεπτομέρειες, δείτε τα βήματα 1, 8 και 9 στις οδηγίες που είναι διαθέσιμες για μεταφόρτωση^{w6}.

Τα πειράματα αναφέρονται σε πτώση σφαιριδίων από διαφορετικό ύψος (που παριστάνουν διαφορετική ενέργεια) σε διαφορετική απόσταση από τους ανιχνευτές (τα ηχεία), πάνω σε επιφάνειες σκληρών υλικών.

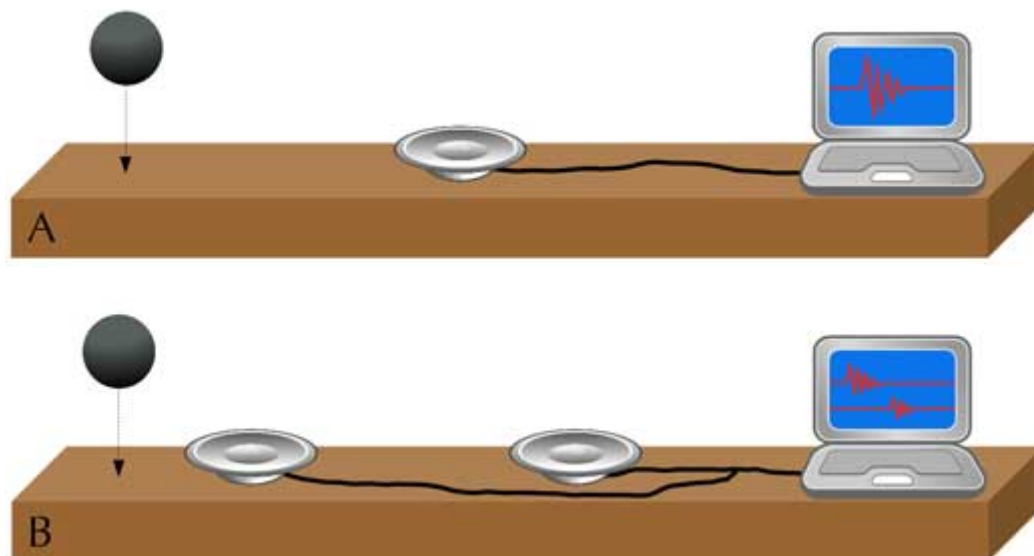
Όταν το σφαιρίδιο χτυπά σε σκληρή επιφάνεια, παράγονται δονήσεις που διαδίδονται διαμέσου του υλικού – όπως ένας σεισμός παράγει σεισμικά κύματα που διαδίδονται διαμέσου της Γης.

Το βύσμα του καλωδίου έχει αντικατασταθεί από κροκοδειλάκια και οι κώννοι των ηχείων έχουν αφαιρεθεί επίσης για να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση των ήχων που διαδίδονται μέσω του αέρα

Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos

Πείραμα 1: Η ισχύς του σεισμού

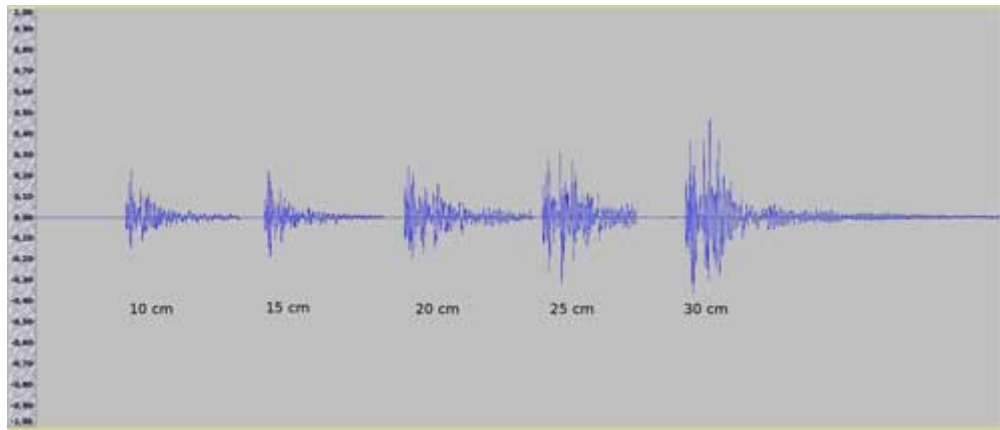
Η δραστηριότητα αυτή δείχνει τη σχέση μεταξύ ισχύος σεισμού και κίνησης εδάφους. Προκαλέσαμε δονήσεις σε ένα κομμάτι μάρμαρο (ή ξύλο, πλαστικό ή ακόμα και στο έδαφος) αφήνοντας να πέσει μια μπίλια από ποντίκι υπολογιστή από διαφορετικό ύψος κάθε φορά, παράγοντας κούνημα με διαφορετική ισχύ. Το εύρος του σήματος εξαρτάται από την ισχύ του τραντάγματος.



Εικόνα 9: Δύο διατάξεις για τα πειράματα, χρησιμοποιώντας ένα (A) ή δύο (B) ηχεία

Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos

1. Στήστε τη διάταξη όπως φαίνεται στην εικόνα 9A.
2. Ρίξτε τη μπίλια από διαφορετικό ύψος και καταγράψτε το εύρος του σήματος (εικόνα 10) στον πίνακα 1. Δεν έχει σημασία η απόσταση από το ηχείο που πέφτει η μπίλια, αλλά σιγουρευτείτε ότι πέφτει από το ίδιο ύψος κάθε φορά.



Εικόνα 10: Σήματα που καταγράφηκαν στο πείραμα 1. Τα σήματα είναι ενισχυμένα 10 φορές περίπου

Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos

Ύψος (cm)	10	15	20	25	30
Εύρος σήματος					

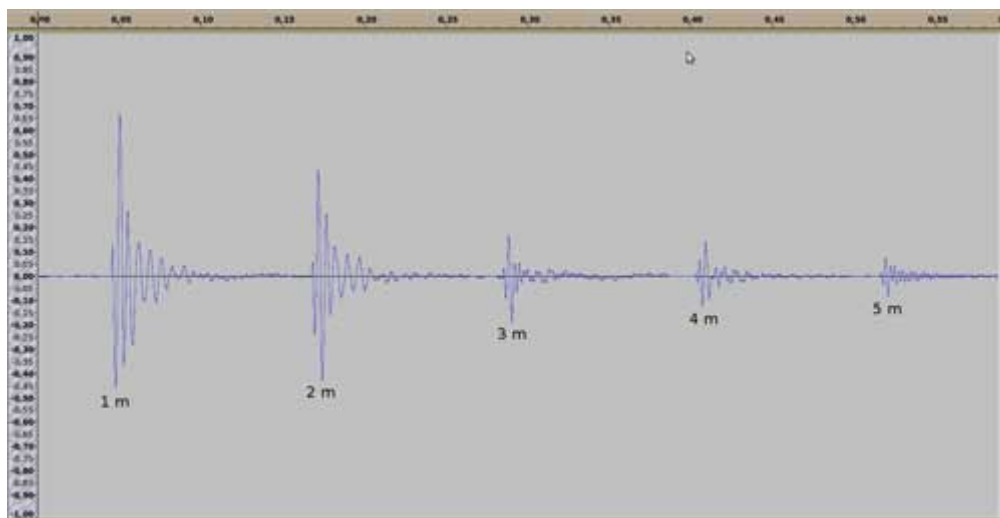
Πίνακας 1: Εισάγετε τα αποτελέσματά σας για το πείραμα 1

3. Κάνετε τη γραφική παράσταση του εύρους σε συνάρτηση του ύψους.
4. Συζητήστε τη γραφική παράσταση. Οι μαθητές σας θα πρέπει να συμπεράνουν ότι όσο περισσότερη ενέργεια ελευθερώνεται, τόσο περισσότερο δονείται το έδαφος.

Πείραμα 2: Η εξασθένηση της ενέργειας

Αυτή η δραστηριότητα δείχνει την εξασθένηση (μείωση) της ενέργειας, καθώς τα σεισμικά κύματα διαδίδονται μέσα από το φλοιό της Γης. Δημιουργήσαμε δονήσεις αφήνοντας μια μπάλα σφαιροβολίας 4 kg, να πέσει στο έδαφος από το ίδιο ύψος, αλλά σε διαφορετική απόσταση από το γεώφωνο γούφερ ή το ηχείο κάθε φορά. Καθώς τα κύματα ταξιδεύουν, χάνουν ενέργεια και το έδαφος δονείται λιγότερο. Αυτό ανακλάται στο εύρος των σημάτων.

1. Στήστε τη διάταξη όπως φαίνεται στην εικόνα 9Α.
2. Σημειώστε 5 σημεία στο έδαφος που απέχουν κατά 1 m μακρύτερα κάθε φορά από το γεώφωνο γούφερ ή το ηχείο.
3. Αφήστε τη σφαίρα να πέσει από το ίδιο ύψος (π.χ 1 m) στο έδαφος σε κάθε σημειωμένο σημείο και καταγράψτε τα αποτελέσματα (εικόνα 11) στον πίνακα 2.



Εικόνα 11: Σήματα που καταγράφηκαν στο πείραμα 2. Τα σήματα είναι ενισχυμένα περίπου 4 φορές

Η εικόνα προσφέρθηκε από Panteleimon Bazanos

Απόσταση από το γεώφωνο (m)	1	2	3	4	5
Εύρος σήματος					

Πίνακας 2: Εισάγετε τα αποτελέσματά σας για το πείραμα 2

4. Κάνετε ξανά τη γραφική παράσταση του εύρους σε συνάρτηση της απόστασης.
5. Συζητήστε τη γραφική παράσταση. Οι μαθητές σας θα πρέπει να συμπεράνουν ότι όσο μακρύτερα γίνεται ο «σεισμός», τόσο λιγότερο δονείται το έδαφος.

Πείραμα 3: Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων σε διαφορετικά υλικά

Σε αυτή τη δραστηριότητα, εξερευνούμε την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων σε διαφορετικά υλικά. Καθώς τα σεισμικά κύματα διαδίδονται διαμέσου της Γης, η ταχύτητά τους μεταβάλλεται ανάλογα με τη σύσταση των πετρωμάτων που συναντούν. Αυτό το γεγονός παρέχει στους σεισμολόγους και στους γεωλόγους σπουδαίες πληροφορίες για το εσωτερικό της Γης. Εδώ, εξερευνούμε το πόσο γρήγορα οι δονήσεις διαδίδονται μέσα σε διαφορετικά στερεά υλικά.

Χρησιμοποιήσαμε ξύλο, σίδηρο και μάρμαρο, αλλά οποιοδήποτε σκληρό στερεό υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Απλά βεβαιωθείτε ότι τα υλικά που έχετε διαθέσιμα είναι κατάλληλα ως προς το μέγεθός τους για τη δραστηριότητα.

1. Στήστε τη διάταξη όπως φαίνεται στην εικόνα 9B.
2. Ρίξτε μια μπίλια από ποντίκι υπολογιστή (ή κάποιο άλλο κατάλληλο αντικείμενο) πάνω στο πρώτο στερεό υλικό κοντά στο ένα ηχείο, αλλά όχι μεταξύ των ηχείων. Καταγράψτε τους χρόνους που χρειάζεται το σήμα να φτάσει σε κάθε ένα ηχείο (t_1 , t_2).
3. Επαναλάβετε το ίδιο με τα άλλα υλικά και εισάγετε τα αποτελέσματα στον πίνακα 3. Υπολογίστε την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων χρησιμοποιώντας τον τύπο: $v = x / (t_2 - t_1)$.

Υλικό	t1	t2	t2-t1	x	$v = x / (t_2 - t_1)$
Ξύλο					
Σίδηρο					

Μάρμαρο					
---------	--	--	--	--	--

Πίνακας 3: Εισάγετε τα αποτελέσματά σας για το πείραμα 3

4. Συζητήστε τα αποτελέσματα. Σε ποιο υλικό τα κύματα διαδίδονται γρηγορότερα;

Αναφορές στο διαδίκτυο

- w1 – Μάθετε περισσότερα για το σεισμό του 1886 στα Φιλιππίνες (στα Ελληνικά με αυτοματοποιημένη μετάφραση στα Αγγλικά).
- w2 – Περισσότερες πληροφορίες για το σεισμό του 1986 στην Καλαμάτα (στα Ελληνικά με αυτοματοποιημένη μετάφραση στα Αγγλικά)
- w3 – Μια συνέντευξη (στα Ελληνικά) του καθηγητή του Πανεπιστημίου Αθηνών Δημητρίου Παπανικολάου, όπου συζητά για τον αναμενόμενο σεισμό στη Σπάρτη.
- w4 – Ο ιστοχώρος του ForgeFX έχει μια αλληλεπιδραστική προσομοίωση σεισμικής δραστηριότητας σε 3D, που δείχνει τα πρωτεύοντα, τα δευτερεύοντα και τα επιφανειακά κύματα.
- w5 – Μάθετε πώς τα ηχεία μπορούν να χρησιμεύσουν σαν μικρόφωνα.
- w6 – Μεταφορτώστε:
 - Λεπτομερείς οδηγίες για να κατασκευάσετε το δικό σας σεισογράφο σε έγγραφο Word®
 - Λεπτομερείς οδηγίες για να κατασκευάσετε το δικό σας σεισογράφο σε αρχείο PDF
- w7 – Για να παρακολουθήσετε την τρέχουσα σεισμική δραστηριότητα στην Ελλάδα, επισκεφθείτε τον ιστοχώρο του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου.
- w8 – Το πρόγραμμα Seismographs in Schools έχει σκοπό να δημιουργήσει ένα διεθνές εκπαιδευτικό σεισμικό δίκτυο; συμμετέχουν ήδη περίπου 400 σχολεία. Από τον ιστοχώρο, μπορείτε να δείτε και να μεταφορτώσετε (αν διαθέτετε λογισμικό θέασης αρχείων .sac) σεισογραφικά δεδομένα που τα έχουν συλλέξει σχολεία από όλο τον κόσμο, αναζητώντας συγκεκριμένους σεισμούς, σχολεία ή δεδομένα συγκεκριμένων χωρών ή περιοχών. Ο ιστοχώρος διαθέτει επίσης εργαλεία για να διαμοιραστείτε τα σεισμικά σας δεδομένα σε δραστηριότητες τάξεων σε πραγματικό χρόνο.
- w9 – Για τοπικούς σεισμούς (εντός των 0 – 100 Km), η περισσότερη ενέργεια βρίσκεται στην περιοχή συχνοτήτων 1 – 50 Hz, αλλά υπάρχει ακόμα αρκετή ενέργεια για να ανιχνευτούν δονήσεις στα 50 – 100 Hz. Για μακρινότερους σεισμούς το ενεργειακό περιεχόμενο θα είναι πολύ μικρότερο: Η ενέργεια από τους σεισμούς που γίνονται στον Ειρηνικό, βρίσκεται στην περιοχή 0.05 – 1 Hz τη στιγμή που φτάνουν στην Ευρώπη. Δυστυχώς οι κάρτες ήχου των υπολογιστών έχουν φίλτρα που περιορίζουν τις ανιχνευόμενες συχνότητες σε πάνω από τα 40 – 60 Hz, έτσι περιορίζουν την ικανότητα του αυτοσχέδιου σεισογράφου να ανιχνεύει μακρινούς σεισμούς.
 - Μια εναλλακτική λύση είναι να κατασκευάσετε ένα απλό μηχανικό σεισμόμετρο και να το συνδέσετε με ένα ειδικά σχεδιασμένο (αλλά σχετικά προσιτό οικονομικά) σεισμικό ψηφιοποιητή..
- w10 – Ο εμπορικός μας σεισογράφος, μοντέλο GES-24A από το Ινστιτούτο Βιομηχανικών Συστημάτων (IN.BI.Σ), κοστίζει περίπου 1000 €; Το IN.BI.Σ σκοπεύει σύντομα να κυκλοφορήσει ένα νεότερο μοντέλο γύρω στα 600 €. Το IN. BI.Σ επίσης έχει και ένα ιστοχώρο όπου τα σχολεία μπορούν να ανταλλάξουν τα δεδομένα τους.
 - Ο ιστοχώρος του Seismographs in Schools έχει μια χρήσιμη λίστα και άλλων εκπαιδευτικών σεισογράφων.
- w11 – Μεταφορτώστε το Audacity και μάθετε τα βασικά της ψηφιακής επεξεργασίας.

Πηγές

- Στον ιστοχώρο του Natural Resources Canada, υπάρχει σύντομη εισαγωγή στους σεισογράφους και στη λειτουργία τους.
- Μάθετε για τις κλίμακες μέτρησης σεισμών στο About.com.
- Ο ιστοχώρος του Michigan Technological University έχει ένα μικρό και πλήρη οδηγό για εκκολαπτόμενους σεισμολόγους.
- Ο παγκόσμιος καταγραφέας σεισμών παρέχει οπτική αναπαράσταση των πρόσφατων σεισμών.
- Για να κατασκευάσετε ένα άλλο σεισογράφο στο σχολείο βασιζόμενο σε αρχαίο Κινέζικο σχεδιασμό, κοιτάξτε:
 - Kirschbaum T, Janzen U (2006) Tracing earthquakes: seismology in the classroom. *Science in School* **1**: 41-43.
- Δείτε τον ιστοχώρο του Εθνικού Κέντρου STEM του Ενωμένου Βασιλείου για μια συλλογή διδακτικών ιδεών σεισμολογίας. Το υλικό είναι ελεύθερο, αλλά πρέπει να εγγραφείτε στον ιστοχώρο για να το μεταφορτώσετε.
- Για να μάθετε πώς να χρησιμοποιήσετε τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών για να αναλύετε σεισμούς, κοιτάξτε:
 - Kerski J (2010) GIS: analysing the world in 3D. *Science in School* **15**: 34-38.
- Marazzi F, Tirelli T (2010) Combating earthquakes: designing and testing anti-seismic buildings. *Science in School* **15**: 55-59.
- Κοιτάξτε τις εκπαιδευτικές ιστοσελίδες του Incorporated Research Institutes for Seismology για περισσότερες διδακτικές ιδέες σχετικά με τους σεισμούς.
- Για περισσότερες διδακτικές ιδέες σχετικά με τους σεισμούς, κοιτάξτε στο 'Πώς να διδάξετε φυσικούς κινδύνους στο σχολείο: αυξάνοντας την ευαισθητοποίηση στον κίνδυνο του σεισμού' από το χρηματοδοτούμενο από την Ε.Ε έργο Eduseis.
- Ένας αυξανόμενος αριθμός σχολείων εμπλέκεται στην καταγραφή σεισμικών δεδομένων. Για την ενίσχυση των δεσμών μεταξύ τέτοιων σχολείων στην Ευρώπη, οι εκπαιδευτικοί καλούνται να υποβάλουν αίτηση για το δεύτερο Ευρωπαϊκό θερινό σχολείο για τη σεισμολογία στο σχολείο. Θα πραγματοποιηθεί το καλοκαίρι του 2013 στη Γαλλία και χορηγούνται υποτροφίες στους εκπαιδευτικούς από το πρόγραμμα Comenius.

Author(s)

Author(s):

Ο Παντελεήμων Μπαζάνος είναι χημικός και διδάσκει φυσικές επιστήμες στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα για 25 περίπου χρόνια. Τα τελευταία πέντε χρόνια διδάσκει χημεία και φυσική στο Γενικό Λύκειο Φιλιατρών. Έχει επίσης εμπλακεί σε πολλά σχολικά προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης.

License information

CC-BY-NC-SA

Log in to post a comment (<http://www.scienceinschool.org/user/login>) [2]

Source URL: <http://www.scienceinschool.org/node/3027>