

## Open Schools Journal for Open Science

Vol 3, No 5 (2020)



### Όταν η κατασκευή σειсмоγράφου συναντά το Μουσείο Φυσικών Επιστημών Μαγούλας!

Αθανάσιος Βαγενάς, Γεώργιος Καραμπέκος,  
Παναγιώτα Μανταλιά

doi: [10.12681/osj.24091](https://doi.org/10.12681/osj.24091)

Copyright © 2020, Αθανάσιος Βαγενάς, Γεώργιος Καραμπέκος,  
Παναγιώτα Μανταλιά



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

#### To cite this article:

Βαγενάς Α., Καραμπέκος Γ., & Μανταλιά Π. (2020). Όταν η κατασκευή σεισογράφου συναντά το Μουσείο Φυσικών Επιστημών Μαγούλας!. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(5). <https://doi.org/10.12681/osj.24091>



# Όταν η κατασκευή σειсмоγράφου συναντά το Μουσείο Φυσικών Επιστημών Μαγούλας!

<sup>1</sup>Βαγενάς Αθανάσιος, <sup>1</sup>Καραμπέκος Γεώργιος, <sup>1</sup>Μανταλιά Παναγιώτα

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικοί, Γυμνάσιο - Λυκειακές Τάξεις Μαγούλας, Καρδίτσα, Ελλάδα

## Περίληψη

Οι σεισμοί έχουν ως κύρια αιτία της δημιουργίας τους τις κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών, κατά συνέπεια οι ζώνες έντονης σεισμικής δράσης ταυτίζονται με τις παρυφές των πλακών. Ο ελληνικός χώρος βρίσκεται στα όρια επαφής και σύγκλισης της Ευρασιατικής με την Αφρικανική πλάκα, γι' αυτό είναι χώρος με έντονη σεισμικότητα. Η Θεσσαλία έχει ωστόσο 2 μεγάλα ρήγματα τα οποία έχουν 300 χρόνια να δώσουν κάποιο φαινόμενο. Οι μαθητές εξοικειώνονται με τη σεισμολογία και με τα δεδομένα που προκύπτουν από τη λειτουργία του σειсмоγράφου. Λειτουργούν ως πολλαπλασιαστές και μεταφέρουν όλη αυτή την πολύτιμη πληροφορία στις οικογένειές τους. Επίσης, μαθαίνουν πώς να είναι καλύτερα προστατευμένοι στην περίπτωση ενός σεισμού και αυτό με τη σειρά του επικοινωνεί και πέρα από το σχολικό περιβάλλον.

## Λέξεις- κλειδιά

Σεισμός, σειсмоγράφος, εργαστήριο φυσικών επιστημών

## Κείμενο

Το κύριο έναυσμα για την πραγματοποίηση του project «Φτιάξε τον δικό σου σειсмоγράφο» ήταν ο τελευταίος σεισμός που έγινε στην περιοχή, γεγονός που ανησύχησε τους μαθητές. Γνωρίζοντας ότι η περιοχή έχει δύο μεγάλα ρήγματα, το ρήγμα στη Νότια Θεσσαλία από το Μαυρομάτι Καρδίτσας ως τη Νέα Αγχίαλο Μαγνησίας που μπορεί να δώσει σεισμό μέχρι και 7 ρίχτερ και το ρήγμα στην περιοχή Τύρναβος-Αργυροπούλι-Ροδιά που μπορεί να δώσει σεισμό 6 με 6,5 ρίχτερ, σκέφτηκαν να φτιάξουν έναν σειсмоγράφο που θα τους ενημέρωνε για σεισμό και θα τους προειδοποιούσε εγκαίρως σε περίπτωση κινδύνου. Ξεκίνησε μια συζήτηση ανάμεσα στους μαθητές της Γ' Γυμνασίου κυρίως με τους καθηγητές τους και αποφάσισαν την πραγματοποίηση της επιθυμίας τους.

Είναι εξαιρετικά σημαντικό να επισημανθεί πως πρόκειται για μία δράση που προσομοιώνει μεθοδικά και συστηματικά την επιστημονική μεθοδολογία στη σχολική πραγματικότητα. Οι μαθητές κατανοούν πως πρέπει το επιστημονικό όργανο που έχουν



στην επίβλεψη να είναι πάντα σε λειτουργία, να παρέχει σωστά δεδομένα καθώς η σωστή εκτίμηση του μεγέθους και της θέσης κάθε σεισμού εξαρτάται και από τον δικό τους σειсмоγράφο. Η δραστηριότητα (όπως γίνεται και στην πραγματική μελέτη σεισμών από τους επιστήμονες) απαιτεί τη συνεργασία μεταξύ σχολείων που ανταλλάσσουν δεδομένα και αποτελέσματα.

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες όπου η κάθε μια ομάδα ανέλαβε έναν τομέα. Η πρώτη ομάδα μελέτησε τα θερμικά ρεύματα στο εσωτερικό τη Γης, η δεύτερη ομάδα βρήκε πειράματα που δείχνουν την σχέση της μεταφοράς θερμότητας και της κίνησης. Η τρίτη ομάδα συγκέντρωσε τα υλικά για την κατασκευή και στην συνέχεια όλοι χρησιμοποιώντας τα στοιχεία όλων των ομάδων προχώρησαν στην κατασκευή του σειсмоγράφου. Με αυτό τον τρόπο τα παιδιά έμαθαν βιωματικά έννοιες όπως ταλάντωση πλάτους  $A$ , περίοδος  $T$ , συχνότητα  $f$ , διαμήκη και εγκάρσια κύματα, τι είναι το σεισμικό κύμα, από τι εξαρτάται η διάδοση του, την σχέση της συχνότητας του παλλόμενου συστήματος που είναι ίση με την συχνότητα του διεγέρτη στον συντονισμό ( $f_{\text{διεγέρτη}} = f_{\text{ταλάντωσης}}$ ). Η πρώτη ομάδα αφού έκανε μια βιβλιογραφική ανασκόπηση πάνω στο θέμα των θερμικών ρευμάτων, έψαξε στο διαδίκτυο και παρακολούθησε βίντεο προκειμένου να κατανοήσουν το λόγο της μετακίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών (σύγκλιση, απόκλιση, σύγκρουση).



Εικόνα 1: Εξερεύνηση των θερμικών ρευμάτων



Η δεύτερη ομάδα βρήκε και παρουσίασε ένα συγκεκριμένο πείραμα σύμφωνα με το οποίο λόγω διαφοράς θερμοκρασίας έχουμε μετακίνηση μάζας.

Η τρίτη ομάδα συγκέντρωσε τα υλικά που χρειάστηκαν για την κατασκευή του σειсмоγράφου που είναι τα εξής ( Μπουρούτης Ι, Σιδέρης Μητσιαδάης 1975):

1. Μια βάση χυτοσιδερένια,
2. Μια ράβδος 10mm μήκους 0,80m
3. Μια ράβδος 10 mm 0,30 m με βίδα,
4. Ένας σύνδεσμος απλός,
5. Ένας πυρήνας σχήματος U,
6. Ένα πηνίο 300 σπειρών,
7. Μια συσκευή εγκάρσιων κυμάτων,
8. Ένας διακόπτης,
9. Δύο καλώδια μήκους 1 m,
10. Ένα καλώδιο μήκους 0,30m
11. Ένας απλός μετασχηματιστής



Εικόνα 2: Επεξήγηση μεταφοράς μάζας με θερμικά ρεύματα.

Οι μαθητές με βάση τις οδηγίες στερέωσαν στη βάση την ράβδο των 0,80m και στο μέσο του ύψους της στο απλό σύνδεσμο. Βίδωσαν την ράβδο των 0,30 m πάνω στον πυρήνα σχήματος U και την στήριξαν στο σύνδεσμο της κατακόρυφης ράβδου με τα σκέλη του πυρήνα πάνω σε κατακόρυφο επίπεδο. Στο πάνω μέρος του πυρήνα πέρασαν τον πηνίο των 300 σπειρών, ενώ στο κάτω σύνδεσαν τη συσκευή των εγκάρσιων στάσιμων κυμάτων. Έπειτα σύνδεσαν στη σειρά τον πολλαπλό μετασχηματιστή, ο οποίος τροφοδοτεί με τάση 10-20 V το διακόπτη και το πηνίο. Ο



μετασχηματιστής τροφοδοτείται από μια κοινή πρίζα και στη συνέχεια κλείνεται ο διακόπτης. Τότε πάνω στη ράβδο της συσκευής αναπτύσσονται εγκάρσια στάσιμα κύματα γιατί έλκεται περιοδικά από τον πυρήνα, επειδή το πηνίο διαρρέεται από

εναλλασσόμενο ρεύμα. Αν τα στάσιμα κύματα δε σχηματίζονται κανονικά, μεταβάλουμε το μήκος της ράβδου με τη βίδα που βρίσκεται το κάτω μέρος. Τα στάσιμα κύματα αναπτύσσονται πάνω στην ράβδο, γιατί το κύμα που αναπτύσσεται από τις περιοδικές έλξεις της απέναντι του πυρήνα περιοχής της φτάνει στο πάνω άκρο, όπου ανακλάται και επιστρέφει. Τα δύο κύματα το αρχικό και αυτό που δημιουργήθηκε από την ανάκλιση, συμβάλλουν και έτσι σχηματίζεται το στάσιμο κύμα. Παρατηρείται πως στο ελεύθερο άκρο της ράβδου σχηματίζεται κοιλία της κινήσεως.

Σε πραγματικές συνθήκες στο επόμενο πείραμα έγινε μέτρηση της περιόδου με φωτοπύλες. Η φωτοπύλη στερεώθηκε στο επάνω άκρο της ράβδου. Οι μαθητές τοποθέτησαν την ένδειξη F3 κατά την οποία έγινε μέτρηση 8 διαφορετικών τιμών περιόδων, οι οποίες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακα 1).

	T(sec)	f	$\Delta t$
1	0,1432		0,1432
2	0,1584		0,0152
3	0,1360		0,0224
4	0,1044		0,0316
5	0,1230		0,0186
6	0,1025		0,0205
7	0,1420		0,0395
8	0,4054		0,2634

Πίνακας 1: Τιμές περιόδων.

Διανεμήθηκε σε όλους τους μαθητές η θεωρητική υποστήριξη για την εξαγωγή συμπεράσματος για τον υπολογισμό του μεγέθους ενός σεισμού. Ακολούθησε συζήτηση μεταξύ των μαθητών της ομάδας.

**Βήμα 1** Αν η απόσταση του επικέντρου του σεισμού από τη θέση μας είναι μικρή τότε και η διαφορά χρόνου άφιξης των S, P κυμάτων θα είναι μικρός χρόνος ( $\Delta t$ ). Καθώς γίνεται μέτρηση μέσω των φωτοπυλών των 8 μετρήσεων των ταλαντώσεων της κατακόρυφης ράβδου θα παρατηρήσουμε ότι για κάποια από αυτές η περίοδος γίνεται πολύ διαφορετική από τις προηγούμενες. Αυτό συμβαίνει γιατί έχει φθάσει και το εγκάρσιο κύμα και έχουμε σύνθετη ταλάντωση μιας οριζόντιας και μιας κατακόρυφης. Η περίοδος της ταλάντωσης γίνεται διαφορετική από τις προηγούμενες μετρήσεις. Έτσι εύκολα μπορούμε να βρούμε την διαφορά άφιξης των κυμάτων S, P.



Αυτό προκύπτει αν προσθέσουμε τις τιμές των περιόδων από τη στιγμή που γίνονται οι μετρήσεις, μέχρι εκείνη τη στιγμή που η τιμή της περιόδου διαφέρει αισθητά (έχει σημειωθεί στον πίνακα με κόκκινο).

Τεκμηρίωση και επεξήγηση : Ταυτόχρονα από την πηγή (εστία του σεισμού) ξεκινούν ένα διαμήκες και ένα εγκάρσιο κύμα. Έστω  $t_1$  ο χρόνος διάδοσης του διαμήκους κύματος και  $t_2$  ο χρόνος διάδοσης του εγκάρσιου ο οποίος συμπίπτει με τη χρονική στιγμή που έχουμε εγκάρσιο και διαμήκες μαζί. Επομένως  $\Delta t = t_2 - t_1$  είναι η χρονική διαφορά των δύο κυμάτων, και προκύπτει από το άθροισμα των διαδοχικών χρόνων μέτρησης ταλάντωσης του διαμήκους κύματος που μεσολαβούν μέχρι και τη στιγμή που φθάνει και το εγκάρσιο.

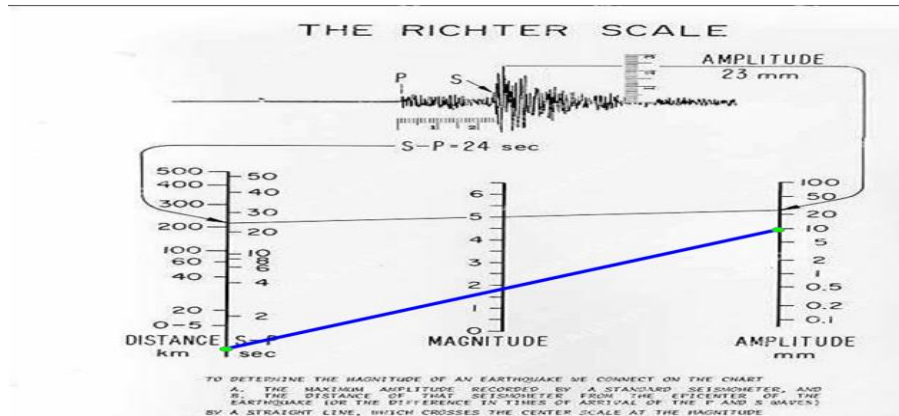
**Βήμα 2** Το πλάτος των ταλαντώσεων μπορούμε να το μετρήσουμε αφού γνωρίζουμε την συχνότητα της ταλάντωσης. Αν είναι αρμονική είναι ανεξάρτητα. Μόνο στην φθίνουσα υπάρχει αλληλεξάρτηση. Αφού τελειώσει η πειραματική διαδικασία με τη συχνότητα που διαφοροποιείται από τις άλλες (άφιξη των εγκαρσίων κυμάτων) προκαλούμε δοκιμαστικές ταλαντώσεις στη ράβδο. Αυτό γιατί μπορούμε ευκολότερα μετά την διάρκεια των μετρήσεων να βρούμε το πλάτος. Γιατί δοκιμαστικές ; Πότε γίνεται αυτό ; Κατά τη διάρκεια της μέτρησης ; Οι δοκιμαστικές θα γίνουν αφού έχουμε προσδιορίσει την τιμή της περιόδου που είναι κατά πολύ διαφορετική από τις προηγούμενες κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Η συσκευή που διαθέτουμε μπορεί να εκτελέσει ταλαντώσεις με συχνότητα που εμείς καθορίζουμε κάθε φορά αλλάζοντας το μήκος της ράβδου.

**Βήμα 3** Έτσι από το βοηθητικό διάγραμμα μπορούμε να υπολογίσουμε το μέγεθος (Το μέγεθος εξαρτάται από την ενέργεια και το μέτρο ελαστικότητας όγκου του σεισμού) αφού ακολουθήσουμε την παρακάτω διαδικασία :

α) να μετρήσουμε τη διαφορά χρόνου άφιξης των P και S κυμάτων που είναι  $\Delta t = 0,9095 \text{ sec}$ .

β) τοποθετούμε την τιμή αυτή στο δεξιό τμήμα της κλίμακας μετράμε το πλάτος της αναγραφής των S κυμάτων που είναι 10 mm και το τοποθετούμε στην τελευταία κλίμακα και

γ) ενώνουμε τα σημεία που προσδιορίστηκαν στις δύο κλίμακες με μια ευθεία και διαβάζουμε στο σημείο τομής με τη δεύτερη κλίμακα το ζητούμενο είναι το μέγεθος του σεισμού. Η κλίμακα του Richter αποτελεί μέτρο όχι της συνολικής ενέργειας που εκλύεται αλλά μόνο αυτής που εκφράζεται με τη διάδοση των κυμάτων.



Εικόνα 3: Σχεδιάγραμμα Richter με τις μετρήσεις που έχουν γίνει στο εργαστήριο.

Αποτελέσματα :

Αφού κάναμε τις μετρήσεις για να δούμε εάν λειτουργεί σωστά ο σειсмоγράφος μας είπαμε στους μαθητές να αρχίσουν να χοροπηδούν όλοι μαζί. Πράγματι αυτή η κίνηση έκανε τον σειсмоγράφο μας να δουλέψει και να δείξει ένα σεισμό μεγέθους περίπου 2 βαθμών της κλίμακας Richter.



Εικόνα 4: Ο σειсмоγράφος μας.

Σύνοψη



συγκεκριμένο πρόγραμμα οι μαθητές γνώρισαν τις αιτίες δημιουργίας των σεισμών (εστία, επίκεντρο, σεισμικά κύματα κτλ.) και την κλίμακα Richter μέτρησης μεγέθους σεισμών. Γνώρισαν την λειτουργία του σειсмоγράφου και ενημερώθηκαν για τα σεισμολογικά δίκτυα σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Κατανόησαν ότι η πρόληψη και η αντιμετώπιση των επιπτώσεων των σεισμών είναι

συλλογική υπόθεση. Ανέπτυξαν δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας και αποδοχής και ενισχύθηκε η αυτονομία και η κριτική τους ικανότητα. Έμαθαν να ερευνούν, να συνδυάζουν και να συνθέτουν γνώσεις. Οι μαθητές και των τριών ομάδων ενεπλάκησαν ενεργά σε δραστηριότητες έρευνας, σύνθεσης αλλά και υλοποίησης. Ανέλαβαν πρωτοβουλίες, αντάλλαξαν ιδέες, εξέφρασαν απόψεις αλλά και βρήκαν λύσεις φέρνοντας εις πέρας το όλο project σαν «μικροί σεισμολόγοι». Τους κατείχε ο ενθουσιασμός και προωθήθηκαν σε μεγάλο βαθμό οι κοινωνικές τους δεξιότητες.





**Βιβλιογραφία**

[1]Μ πουρούτης Ιωάννης, (1977) *Πειράματα Φυσικής*. Αθήνα: ΟΕΔΒ