

Open Schools Journal for Open Science

Vol 3, No 5 (2020)



Φτιάξε τον δικό σου σειсмоγράφο

Κ. Αδάμ, Σ. Αργυρίου, Κ. Βαλαλάς, Χ. Δαρατσιανάκη, Δ. Δημόπουλος, Δ. Δρίκος, Ι. Ζιγγιρίου, Α. Ζορμπά, Α. Ζούρι, Α. Κατσακιώρης, Π. Κουρκουτάς, Ε. Κριεκούκης, Λ. Κυριάκος, Ε. Λασπίτης, Σ. Λουκάς, Ι. Μαρνέρης, Α. Μπαρσάκης, Α. Μπέκας, Ε. Μπουσάι, Κ. Παγώνη, Λ. Πάλλη, Μ. Παπαδάκη, Α. Παπανικολάου, Γ. Παπανικολάου, Ι. Παπανικολάου, Π. Παπανικολάου, Ε. Πλασκασοβίτης, Α. Σερεμέτης, Α. Στέρπης, Κ. Τσάμου, Ε. Τσέλα, Α. Τσουρρί, Ι. Πανταζή, Κ. Αβράμη

doi: [10.12681/osj.24097](https://doi.org/10.12681/osj.24097)

Copyright © 2020, Κ. Αδάμ, Σ. Αργυρίου, Κ. Βαλαλάς, Χ. Δαρατσιανάκη, Δ. Δημόπουλος, Δ. Δρίκος, Ι. Ζιγγιρίου, Α. Ζορμπά, Α. Ζούρι, Α. Κατσακιώρης, Π. Κουρκουτάς, Ε. Κριεκούκης, Λ. Κυριάκος, Ε. Λασπίτης, Σ. Λουκάς, Ι. Μαρνέρης, Α. Μπαρσάκης, Α. Μπέκας, Ε. Μπουσάι, Κ. Παγώνη, Λ. Πάλλη, Μ. Παπαδάκη, Α. Παπανικολάου, Γ. Παπανικολάου, Ι. Παπανικολάου, Π. Παπανικολάου, Ε. Πλασκασοβίτης, Α. Σερεμέτης, Α. Στέρπης, Κ. Τσάμου, Ε. Τσέλα, Α. Τσουρρί, Ι. Πανταζή, Κ. Αβράμη



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:

Αδάμ Κ., Αργυρίου Σ., Βαλαλάς Κ., Δαρατσιανάκη Χ., Δημόπουλος Δ., Δρίκος Δ., Ζιγγιρίου Ι., Ζορμπά Α., Ζούρι Α., Κατσακιώρης Α., Κουρκουτάς Π., Κριεκούκης Ε., Κυριάκος Λ., Λασπίτης Ε., Λουκάς Σ., Μαρνέρης Ι., Μπαρσάκης Α., Μπέκας Α., Μπουσάι Ε., Παγώνη Κ., Πάλλη Λ., Παπαδάκη Μ., Παπανικολάου Α., Παπανικολάου Γ., Παπανικολάου Ι., Παπανικολάου Π., Πλασκασοβίτης Ε., Σερεμέτης Α., Στέρπης Α., Τσάμου Κ., Τσέλα Ε., Τσουρρί Α., Πανταζή Ι., &

Αβράμη Κ. (2020). Φτιάξε τον δικό σου σειсмоγράφο. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(5).
<https://doi.org/10.12681/osj.24097>



Φτιάξε τον δικό σου σειсмоγράφο

¹Κ. Αδάμ, ¹Σ. Αργυρίου, ¹Κ. Βαλαλάς, ¹Χ. Δαρατσιανάκη, ¹Δ. Δημόπουλος, ¹Δ. Δρίκος, ¹Ι. Ζιγγιρίου, ¹Α. Ζορμπά, ¹Α. Ζούρι, ¹Α. Κατσακιώρης, ¹Π. Κουρκούτας, ¹Ε. Κριεκούκης, ¹Λ. Κυριάκος, ¹Ε. Λασπίτης, ¹Σ. Λουκάς, ¹Ι. Μαρνέρης, ¹Α. Μπαρσάκης, ¹Α. Μπέκας, ¹Ε. Μπουσάι, ¹Κ. Παγώνη, ¹Λ. Πάλλη, ¹Μ. Παπαδάκη, ¹Α. Παπανικολάου, ¹Γ. Παπανικολάου, ¹Ι. Παπανικολάου, ¹Π. Παπανικολάου, ¹Ε. Πλασκασοβίτης, ¹Α. Σερεμέτης, ¹Α. Στέρπης, ¹Κ. Τσάμου, ¹Ε. Τσέλα, ¹Α. Τσούρρι, ²Ι. Πανταζή, ²Κ. Αβράμη,

¹2^ο Δημοτικό Σχολείο Μάνδρας - Ειδυλλίας, Αττική, Ελλάδα

² Εκπαιδευτικοί, 2^ο Δημοτικό Σχολείο Μάνδρας - Ειδυλλίας, Αττική, Ελλάδα

Περίληψη

Η Ελλάδα, το σταυροδρόμι τριών ηπείρων, η χώρα του ήλιου και της θάλασσας αποτελεί πέρα από αυτά και τη χώρα με πλούσιο παρελθόν, ενεργό παρόν και άγνωστο μέλλον ως προς το θέμα των σεισμών. Καθημερινά σεισμικές δονήσεις κάνουν την εμφάνισή τους σε διάφορες περιοχές της χώρας. Άλλοτε είναι αδύναμες, οπότε η καθημερινότητα δεν επηρεάζεται και άλλοτε είναι ισχυρές, σε σημείο που έχουμε θρηνήσει ζωές πολλών ανθρώπων. Αφουγκραζόμενοι αυτήν την κατάσταση τα παιδιά της ΣΤ΄ τάξης αποφάσισαν να ασχοληθούν βαθύτερα με το θέμα το σεισμού ως προς την πρόκλησή του, τις συνέπειές του, τη μέτρησή του, καθώς και τα μέτρα πρόληψης σε περίπτωση σεισμικής δραστηριότητας.

Λέξεις -κλειδιά

Σεισμός, σειсмоγράφος, φυσικό φαινόμενο, μαθητές, σχολείο.

Αφορμή

Αφορμή για την έναρξη της συζήτησης αποτέλεσε ο σεισμός που συνέβη το καλοκαίρι, τον Ιούλιο 2019, στη Μαγούλα Αττικής, περιοχή που γειτονεύει με τη Μάνδρα. Ο σεισμός ήταν αρκετά έντονος και οι μαθητές "αισθάνθηκαν" κυριολεκτικά και μεταφορικά τον σεισμό αλλά και τις συνέπειες που εκείνος επιφέρει στην καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Μέσα από αυτό οι μαθητές εξέφρασαν τις σκέψεις, τις απορίες και τις εμπειρίες που είχαν είτε οι ίδιοι είτε γνωστοί τους.

Επίσης, αναλογιζόμενοι πως η τάξη μας απαρτίζεται και από μαθητές των οποίων η καταγωγή είναι η γειτονική Αλβανία, προβάλαμε τον σεισμό που έπληξε τη χώρα και τις τραγικές συνέπειές του. Οι μαθητές μετέφεραν τις εμπειρίες των συγγενών τους που διαμένουν στη χώρα και τις καταστροφές που είχαν υποστεί.

Σεισμοί, όμως, γίνονται μόνο σε αυτές τις δύο χώρες; Δυστυχώς όχι! Ένα άλλο παράδειγμα με το οποίο έχουν έρθει αντιμέτωπα τα παιδιά ήταν και ο σεισμός στην άλλη γείτονα χώρα, την Τουρκία.

Τελικά, ο σεισμός δεν κάνει διακρίσεις και "επισκέπτεται" τους πάντες!

Έναρξη έρευνας

Η προβολή ενός βίντεο του National Geographic αποτέλεσε το έναυσμα για την εξέταση των σεισμών. Σε αυτό το οπτικοακουστικό υλικό γινόταν παρουσίαση των αιτιών της πρόκλησης του φυσικού φαινομένου του σεισμού, καθώς επίσης και των καταστροφικών συνεπειών που επιφέρει στο πέρασμά του. Μετά την προβολή του κατέστη σαφές πως οι γνώσεις για τους σεισμούς είναι επιφανειακές, οικοδομημένες και επηρεασμένες από την καθημερινότητα και τα μέσα που προβάλλουν τις περιοχές που πλήττονται από σεισμούς προκαλώντας το αίσθημα του φόβου και της αβεβαιότητας. Από την άλλη το σχολείο, ως φορέας γνώσεων, παρέχει στους μαθητές τους κάποιες βασικές γνώσεις για το θέμα των σεισμών αφήνοντας όμως αρκετές περιοχές αχαρτογράφητες στο μυαλό των παιδιών. Παραμένει στην τυπική ενημέρωση των μαθητών ως προς τους σεισμούς χωρίς να εξετάσει περεταίρω το φυσικό αυτό φαινόμενο (Andersen & Oguz, 2005). Επομένως, οι μαθητές μεγαλώνοντας και αντιμετωπίζοντας στη ζωή τους κάποια σεισμική δραστηριότητας τους γεννάται η επιθυμία να εμβαθύνουν τις γνώσεις για ένα θέμα που θα τους απασχολήσει και θα τους απασχολεί στη ζωή τους. Οι γνώσεις αυτές είναι απαραίτητο να βασιστούν σε στέρεες βάσεις δημιουργώντας στα παιδιά από μικρή ηλικία το αίσθημα της αυτοπεποίθησης για τον τρόπο αντιμετώπισης τους αποφεύγοντας τον πανικό (Kalogiannakis & Violintzi, 2012). Παρακολουθώντας το βίντεο έγινε συνειδητό πως οι γνώσεις περί σεισμών ήταν ελάχιστες αλλά οι ανησυχίες πολλές.

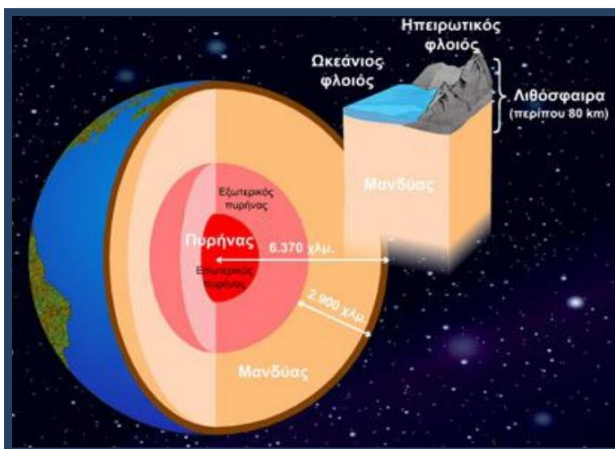
Προβάλλοντας τις ανησυχίες, απορίες, φόβους αλλά και τη λαθεμένη πληροφόρηση που έφεραν οι μαθητές προέβησαν στην ομαδοποίησή τους, με στόχο τη δημιουργία μιας θεματολογίας που να στηρίζεται σε κάποιους βασικούς άξονες. Οι άξονες ήταν οι ακόλουθοι:

- Πώς προκαλείται ο σεισμός.
- Ποια επιστήμη ασχολείται με τους σεισμούς.
- Ποιο όργανο μετρά την ένταση του σεισμού.
- Ποιες είναι οι συνέπειές του.
- Ποιοι τρόποι πρόληψης και αντιμετώπισης υπάρχουν.

Για την επίτευξη της μελέτης των παραπάνω θεματικών οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των 4-5 μαθητών. Η κάθε μία ομάδα ήταν υπεύθυνη για έναν άξονα. Οι μαθητές ερεύνησαν σε βιβλιοθήκες και διαδικτυακά πληθώρα πηγών για να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Έτσι, ύστερα από έρευνα, τα παιδιά συνέλεξαν πληροφορίες και δημιούργησαν μια παρουσίαση με θέμα τον σεισμό.

Σεισμός

Αρχικά, γίνεται προσπάθεια αποσαφήνισης της έννοιας του σεισμού. Σύμφωνα με τον ορισμό του δίνεται από την Πολιτική Προστασία και τον Φασουλά (2010) ο σεισμός είναι η δόνηση ή η ξαφνική κίνηση της επιφάνειας της Γης ή της κίνησης του εδάφους. Εύκολα μπορεί να γίνει αντιληπτός εξαιτίας της κίνησης κάποιων αντικειμένων στον εσωτερικό χώρο. Η δημιουργία του σεισμού πραγματοποιείται συνήθως στον γήινο φλοιό, ενώ το σημείο εκκίνησής τους ονομάζεται εστία ή υπόκεντρο. Στην εστία του σεισμού δημιουργείται σπάσιμο των πετρωμάτων με συνέπεια τον σεισμό. Όταν ένας σεισμός γίνεται αντιληπτός σε μια περιοχή,



1. Η Δομή της Γης¹

υπάρχουν τρεις έννοιες που απασχολούν όλους και δίνουν πληροφορίες για τον σεισμό. Αυτές είναι το επίκεντρο, το μέγεθος και την ένταση.

¹Ξεκινώντας από το επίκεντρο ορίζεται το σημείο που βρίσκεται στην επιφάνεια της γης, ακριβώς κατακόρυφα πάνω από την εστία. Έπειτα, το μέγεθος είναι

¹ Η Δομή της Γης, Σεισμός – Ένα φυσικό Φαινόμενο. Διαθέσιμο στο <https://www.oasp.gr/sites/default/files/%CE%A3%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82.pdf> [πρόσβαση 10 Ιουνίου 2020]



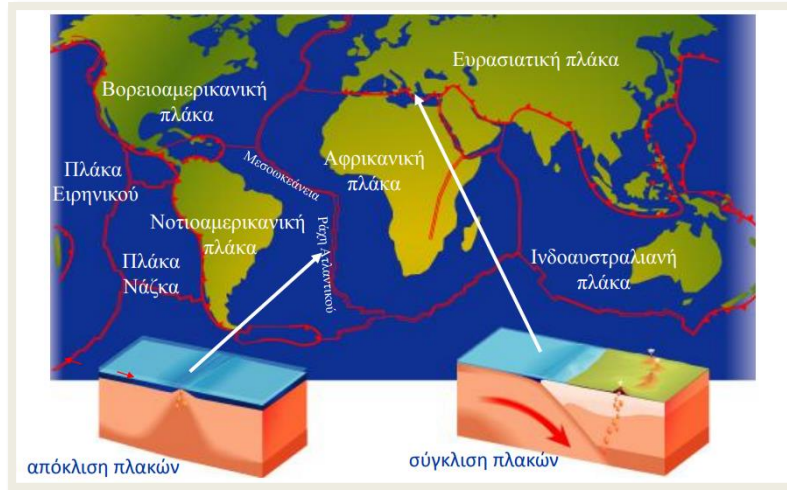
η ποσότητα ενέργειας που απελευθερώνεται με ένα σεισμό. Η ποσότητα της ενέργειας που απελευθερώνεται είναι συγκεκριμένη, μοναδική για κάθε σεισμό και υπολογίζεται με μαθηματικούς τύπους, χρησιμοποιώντας στοιχεία που καταγράφουν ειδικά όργανα τα οποία ονομάζονται σειсмоγράφοι. Μονάδα μέτρησης των σεισμών είναι η κλίμακα Ρίχτερ. Ως προς το μέγεθος του σεισμού χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες. Σεισμοί με μέγεθος μικρότερο των 2,0 Ρίχτερ που δεν γίνονται αισθητοί, σεισμοί με μέγεθος μικρότερο των 4,0 Ρίχτερ, οι οποίοι δεν προκαλούν συνήθως ζημιές και σεισμοί με μέγεθος μεγαλύτερο των 5,0 Ρίχτερ οι οποίοι είναι ικανοί να προκαλέσουν καταστροφές. Οι σεισμοί μπορούν να γίνουν αισθητοί σε ακτίνα πολλών χιλιομέτρων και έχουν διάρκεια μικρότερη του ενός λεπτού. Μέχρι σήμερα ο τόπος, ο χρόνος και το μέγεθος ενός σεισμού δεν μπορούν να προβλεφθούν, αλλά οι επιστήμονες εργάζονται για το σκοπό αυτό. Συνεχίζοντας, η ένταση μας δείχνει το πόσο καταστροφικός είναι ένας σεισμός. Η ένταση μετριέται σε βαθμούς Μερκάλλι και εξαρτάται από το εάν ένας σεισμός έχει βλάψει μια περιοχή ή όχι. Ενώ το μέγεθος δείχνει την ποσότητα της ενέργειας που απελευθερώνεται και είναι ένα αριθμός, η ένταση επηρεάζεται από το επίκεντρο του σεισμού καθώς περιοχές πλησιέστερα στο επίκεντρο έχουν περισσότερες επιπτώσεις σε αντίθεση με περιοχές που απέχουν από το επίκεντρο.

Μια πιο κατανοητή προσέγγιση της έντασης είναι η κατανόηση των ζημιών που έχει προκαλέσει η σεισμική δόνηση.

Σύμφωνα με τον Μακρόπουλο (2006) οι φυσικές καταστροφές είναι αποτέλεσμα της εκδήλωσης φυσικών φαινομένων ικανών να τις προκαλέσουν, δηλαδή εν δυνάμει φυσικών κινδύνων. Το τελικό αποτέλεσμα, άρα και το μέγεθος της καταστροφής, εξαρτάται από το μέγεθος και την ένταση του φυσικού φαινομένου, από το κατά πόσο είναι ευάλωτο ή τρωτό το σύστημα που θα υποστεί την εκδήλωση του φαινομένου και από την αξία του στοιχείου που εκτίθεται στον κίνδυνο.

Ο φλοιός μαζί με το επάνω στρώμα του μανδύα αποτελούν τη λιθόσφαιρα. Αυτή δεν είναι ένα ενιαίο κομμάτι αλλά αποτελείται από μεγάλα τμήματα. Τα τμήματα ονομάζονται λιθοσφαιρικές πλάκες και σχηματίζουν ένα γιγάντιο ψηφιδωτό. Υπάρχουν επτά (7) μεγάλες πλάκες και πολλές άλλες μικρότερες: Αφρικανική, Ευρασιατική, Ινδο - Αυστραλιανή, Ανταρκτική, πλάκα του Ειρηνικού, Βόρεια-Αμερικανική, Νότια- Αμερικανική) και πολλές άλλες μικρότερες (Φασουλάς, 2010).

2



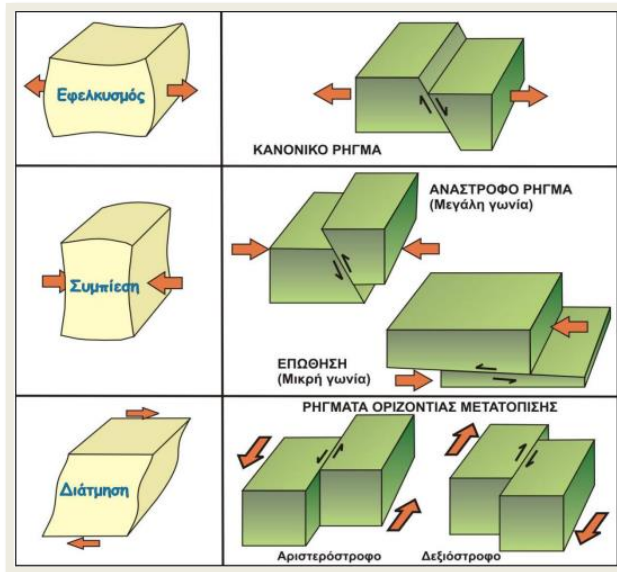
2. Οι Λιθοσφαιρικές Πλάκες²

Αυτές υπάρχουν επάνω στην ασθενόσφαιρα, το τμήμα του μανδύα κάτω από τη λιθόσφαιρα, το οποίο εκτείνεται μέχρι το βάθος των 700 km και αποτελείται από υλικό αρκετά θερμό, ώστε να παραμορφώνεται εύκολα και να παρουσιάζει ροή (κίνηση). Αυτό επιτρέπει στις λιθοσφαιρικές πλάκες - και επομένως και σ' ολόκληρες τις ηπείρους - να κινούνται πάνω στην ασθενόσφαιρα. Αυτή η κίνηση όμως οδηγεί πολλές φορές σε συγκρούσεις. Μόνο που εδώ, όταν συγκρουστούν δύο ήπειροι, συνενώνονται, παραμορφώνονται και δημιουργούν τις μεγάλες οροσειρές όπως τα Ιμαλάια, τις Άλπεις, την Πίνδο, κ.α. Αποτέλεσμα αυτών των συγκρούσεων είναι οι πολλοί και μεγάλοι σεισμοί (Φασουλάς, 2010).

Οι λιθοσφαιρικές πλάκες αλλού αποκλίνουν αλλού συγκλίνουν και αλλού η μία κινείται παράλληλα σε σχέση με τη διπλανή της οπότε "τρίβονται" οι άκρες τους (Φασουλάς, 2010).

² Οι Λιθοσφαιρικές Πλάκες, Σεισμός – Ένα φυσικό Φαινόμενο. Διαθέσιμο στο <https://www.oasp.gr/sites/default/files/%CE%A3%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82.pdf> [πρόσβαση 10 Ιουνίου 2020]

3



3. Τα Ρήγματα³

Σεισμολογία

Από αρχαιοτάτων χρόνων ο σεισμός συνετέλεσε σημαντικό ρόλο στη ζωή των ανθρώπων. Οι άνθρωποι αντιλαμβανόμενοι τις σεισμικές δονήσεις αλλά αδαείς για την αιτία της δημιουργίας τους επέρριπταν τους σεισμούς στον θυμό των Θεών έναντι των ανθρώπων. Γι αυτό οι θνητοί πραγματοποιούσαν θυσίες προς τιμή τους με την ελπίδα πως με αυτό τον τρόπο οι Θεοί θα τους προστάτευαν. Άλλοι πίστευαν πως η γη βρισκόταν στις πλάτες ενός υπερφυσικού πλάσματος, του Άντλαντα. Επομένως, κάθε κίνησή του προκαλούσε τον σεισμό. Προχωρώντας, βρίσκουμε στη μυθολογία τον Εγκέλαδο. Ήταν αρχηγός των Τιτάνων και γιός του Τάταρου και της Γης. Εκείνος σκοτώθηκε από τη θεά Αθηνά, η οποία, αφού τον έτρεψε πρώτα σε φυγή, έρριψε εναντίον του την Σικελία ή το όρος Αίτνα, με το οποίο και τον καταπλάκωσε. Από τότε ο Εγκέλαδος κινείται μέσα στον τάφο του προκαλεί εκρήξεις ηφαιστειών και σεισμούς. Έτσι, δεν είναι λίγες οι φορές που όταν επιθυμούμε να αναφερθούμε σε κάποιον σεισμό, χρησιμοποιούμε το προσωνύμιο «εγκέλαδος». Φυσικά, η μυθολογία έδινε τις απαντήσεις που απαιτούσαν οι πρώτες κοινωνίες, ωστόσο ήταν επιτακτική η ανάγκη για μια ουσιαστική μελέτη των σεισμών. Η απάντηση και η ολιστική μελέτη των σεισμικών φαινομένων έρχεται μέσα από την επιστήμη της Σεισμολογίας.

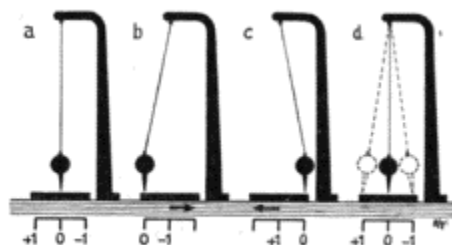
³ Τα Ρήγματα, Σεισμός – Ένα φυσικό Φαινόμενο. Διαθέσιμο στο <https://www.oasp.gr/sites/default/files/%CE%A3%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82.pdf> [πρόσβαση 10 Ιουνίου 2020]

Η Σεισμολογία ανήκει στις εφαρμοσμένες επιστήμες και αποτελεί κλάδο της Γεωφυσικής, η οποία με νόμους και αρχές της Φυσικής μελετά την δομή της Γης και άλλων ουρανίων σωμάτων. Ο σεισμός είναι γεωλογικό φαινόμενο ως προς τα αίτιά τους, ή έκλυση όμως της ενέργειάς τους και ο τρόπος διάδοσης αυτής διέπονται από νόμους της Φυσικής. Πέρα από τη μελέτη των σεισμών η Σεισμολογία μπορεί να δώσει απαντήσεις σχετικά με τον εντοπισμό κοιτασμάτων πετρελαίου με σεισμικές μεθόδους. Ήδη από την αυγή τους εικοστού αιώνα μέσω της Σεισμολογίας αντλήθηκαν πληροφορίες σχετικά με τη δομή του εσωτερικού της Γης και τις γεωδυναμικές διεργασίες, καθώς επίσης συνέβαλε στην λύση προβλημάτων γεωτεκτονικής φύσεως (θεωρία λιθοσφαιρικών πλακών). Καταλυτική υπήρξε η συμβολή της για τη μελέτη για την αντιμετώπιση της αντισεισμικής προστασίας (Τσελέντης, 2016).

Σεισμογράφος

Σύμφωνα με τον Τσελέντη (2016) οι σεισμογράφοι είναι όργανα με τα οποία γίνεται αυτόματη και, κατά το δυνατόν, πιστή αναγραφή της σεισμικής κίνησης. Η αναγραφή αυτή, που λέγεται σεισμόγραμμα, γίνεται σε μαγνητική ταινία με γραφίδα πάνω σε αιθαλωμένη (καπνισμένη) ταινία ή σε θερμογραφικό χαρτί, με φωτεινή κηλίδα πάνω σε φωτογραφική ταινία, ψηφιακά στη μνήμη Η/Υ ή σε σκληρό δίσκο. Ένας σεισμογράφος αποτελείται από το εκκρεμές, το σύστημα ενίσχυσης (ή μεγέθυνσης), το σύστημα αναγραφής, το σύστημα απόσβεσης της ελεύθερης ταλάντωσης του εκκρεμούς, το σύστημα ψηφιοποίησης των σεισμογραμμάτων (οι ψηφιακοί σεισμογράφοι)

Τα σεισμικά κύματα που ξεκινούν από τον φλοιό της Γης εξετάζονται στους σταθμούς παρατήρησης και καταγράφονται από τα διάφορα σεισμογραφικά όργανα. Για να περιγραφεί πλήρως η κίνηση των υλικών σημείων της Γης απαιτούνται τρία είδη σεισμογραφικών οργάνων, αυτά που καταγράφουν την **μετάθεση**, αυτά που καταγράφουν την **περιστροφή** και αυτά που καταγράφουν την **παραμόρφωση**. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη Σεισμολογία παρουσιάζουν τα σεισμογραφικά όργανα που καταγράφουν την μετάθεση και τις παραγώγους της ως προς τον χρόνο,





την

ταχύτητα και την επιτάχυνση (απαραίτητο;). Κατά σειρά ιστορικής εξέλιξης και επιστημονικής αξίας διακρίνουμε:

- **Σεισμοσκόπια** είναι όργανα που απλώς σημειώνουν την γένεση των σεισμών ή αναγράφουν αυτούς πάνω σε ακίνητη αιθαλωμένη πλάκα δίνοντας έτσι πληροφορίες για την ένταση της σεισμικής κίνησης.

- **Σεισμογράφοι** είναι όργανα με τα οποία επιτυγχάνεται αυτόματη αλλά όχι πιστή αναγραφή της σεισμικής κίνησης. Η αναγραφή αυτή, που λέγεται σεισμογράφημα, γίνεται με γραφίδα πάνω σε αιθαλωμένη ταινία ή με φωτεινή κηλίδα πάνω σε φωτογραφική ταινία. Ο σεισμογράφος αποτελείται από το **εκκρεμές**, το **σύστημα ενίσχυσης** (ή μεγέθυνσης) και το **σύστημα αναγραφής**. Η μάζα του εκκρεμούς πρέπει να είναι σημαντική ώστε η δύναμη της αδράνειας να υπερνικήσει τις τριβές της γραφίδας και των αρθρώσεων των μοχλών. Ωστόσο, επειδή οι σεισμογράφοι δεν διέθεταν ⁴σύστημα απόσβεσης της κίνησης, το οποίο θα επανέφερε γρήγορα το εκκρεμές στη θέση ηρεμίας, ώστε να ανταποκριθεί σε νέα δόνηση, οι καταγραφές τους ήταν αποτέλεσμα, όχι μόνο της σεισμικής κίνησης, αλλά και της αιώρησης του εκκρεμούς.

Για τον πλήρη καθορισμό της μετάθεσης σε ένα σταθμό πρέπει να υπάρχουν τρεις σεισμογράφοι, ένας για την κατακόρυφη συνιστώσα και δυο για τις οριζόντιες συνιστώσες της εδαφικής κίνησης.

- **Σεισμόμετρα** είναι όργανα που γράφουν με σημαντική ακρίβεια τις σεισμικές κινήσεις. Η βασική διαφορά μεταξύ σεισμομέτρου και σεισμογράφου είναι ότι το σεισμόμετρο διαθέτει συσκευή με την οποία πετυχαίνεται απόσβεση της αιώρησης του εκκρεμούς και έτσι είναι δυνατή η πιστότερη αναγραφή της σεισμικής κίνησης. Οι αναγραφές των σεισμομέτρων λέγονται σεισμογράμματα.



4. Σεισμογράφος⁴

⁴ Σεισμογράφος, Σεισμός – Ένα φυσικό Φαινόμενο. Διαθέσιμο στο <https://www.oasp.gr/sites/default/files/%CE%A3%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82.pdf> [πρόσβαση 10 Ιουνίου 2020]

αναγραφή των σεισμικών κυμάτων στα σεισμόμετρα γίνεται με τρεις κυρίως τρόπους. Πρώτον, με **μηχανική αναγραφή** (σεισμόμετρα Mainka, Wiechert). Δεύτερον, με **οπτική αναγραφή** (σεισμόμετρα Milne - Show, Wood - Anderson). Τρίτον, με **ηλεκτρομαγνητική αναγραφή** (σεισμόμετρο κινούμενου πηνίου Galitzin και το σεισμόμετρο μεταβαλλόμενης μαγνητικής αντίστασης Benioff).

- Οι **επιταχυνσιογράφοι** αποτελούν ειδική κατηγορία σεισμομέτρων. Τα σειсмоγράμματα των οργάνων αυτών δίνουν τη σεισμική επιτάχυνση σε συνάρτηση με τον χρόνο. Χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά από την Τεχνική Σεισμολογία. Τοποθετούνται συνήθως μέσα στα κτίρια για την μέτρηση της επιτάχυνσης κατά την γένεση των σεισμών. Δεν βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία, όπως συμβαίνει με τα άλλα σεισμόμετρα, αλλά μπαίνουν σε λειτουργία με κατάλληλη διέγερση στην αρχή του σεισμού και γράφουν την προκαλούμενη επιτάχυνση από το σεισμό. Ένας από τους πιο διαδεδομένους τύπους επιταχυνσιογράφων ήταν ο αναλογικός επιταχυνσιογράφος SMA-1, στον οποίο η καταγραφή της δόνησης γίνεται σε φωτογραφικό φιλμ. Ο επιταχυνσιογράφος αυτός σιγά-σιγά αντικαθίσταται από ψηφιακούς σύγχρονους επιταχυνσιογράφους.

Συνέπειες

Όπως αναφέρει ο Φασουλάς (2010), οι σεισμοί ανάλογα με το μέγεθος και την έντασή τους μπορεί να αποβούν επικίνδυνοι ή και μοιραίοι για τη ζωή. Έχουν προκαλέσει εκτεταμένες βλάβες και ζημιές σε κτίρια και τεχνικά έργα. Στο παρελθόν είναι συχνή η καταστροφή σπιτιών, σχολείων, εκκλησιών, μουσείων, μνημείων. Δεν πρέπει να ξεχνάμε πως λόγω της κίνησης των τεκτονικών πλακών είναι πολύ πιθανό να προκληθούν κατολισθήσεις με αποτέλεσμα την πτώση βράχων στο οδικό δίκτυο και κατ' επέκταση την καταστροφή του αποκλείοντας τους κατοίκους από τις μετακινήσεις ακόμα και για σοβαρούς λόγους υγείας. Ακόμα, προκύπτουν προβλήματα ύδρευσης. Εξαιτίας των δονήσεων οι σωλήνες του δικτύου ύδρευσης υφίστανται βλάβες και έτσι περιοχές, πληγείσες από σεισμό, μένουν χωρίς νερό μέχρι την αποκατάσταση της βλάβης. Επιπροσθέτως, βλάβες που προκαλούνται στο ηλεκτρικό δίκτυο είναι πιθανό να επιφέρουν πυρκαγιές ή και ηλεκτροπληξίες στους ανθρώπου όταν έρθουν σε επαφή με τα κομμένα καλώδια. Αυτό κάνει ακόμα πιο δύσκολη τη δουλειά των διασωστών, καθώς η όρασή τους είναι περιορισμένη. Η επικοινωνία από την άλλη μεριά είναι ανέφικτη κατά τη διάρκεια και το τέλος της σεισμικής δόνησης (δεν τα βρήκα σε κάποια αναφορά, εσύ ξέρεις καλύτερα).

Όλες οι

παραπάνω συνέπειες συνδέονται άρρηκτα και με τη ψυχολογία των ανθρώπων (Παπακωνσταντίνου, 2015). Μέσα σε καταστάσεις κρίσεων οι άνθρωποι πανικοβάλλονται, αφού το φυσικό αυτό φαινόμενο είναι ξαφνικό, αναπάντεχο και απρόβλεπτο. Δεν διατηρούν την ψυχραιμία τους και προβαίνουν σε βεβιασμένες κινήσεις θεωρώντας πως πράττουν το σωστό και θα σωθούν από τον κίνδυνο. Δεν είναι λίγες οι φορές που έχει παρατηρηθεί πως άνθρωποι προκριμένου να αποφύγουν τον σεισμό πηδούν από τα μπαλκόνια τους. Νιώθουν φόβο για το άγνωστο, έχουν νευρική υπερδιέγερση, ανασφάλεια και απογοήτευση για το μέλλον. Κόποι μιας ολόκληρης ζωής μπορεί να χαθεί μέσα σε μερικά δευτερόλεπτα, με συνέπεια ό,τι έχουν κατακτήσει τόσα χρόνια να καταστρέφεται. Επίσης, πολλοί μένουν άστεγοι με αποτέλεσμα να νιώσουν θλίψη και πόνο για ό,τι συνέβη. Λόγω ελλείψεων βασικών πραγμάτων, όπως το νερό, πολλοί ασθενούν, εφόσον απουσιάζουν μέτρα υγιεινής. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η αγωνία που αισθάνονται για τα αγαπημένα τους πρόσωπα με τα οποία η επικοινωνία είναι αδύνατη λόγω βλάβης των τηλεπικοινωνιών. Έτσι, προστίθεται ακόμα μια αρνητική παράμετρος στην ήδη επιβαρυσμένη ψυχική κατάσταση των πληγέντων.

Μέτρα πρόληψης πριν – κατά τη διάρκεια – μετά τον σεισμό

Καθοριστική σημασίας είναι η οργάνωση και εφαρμογή μέτρων που θα στοχεύουν στην ορθή αντιμετώπιση μια σεισμικής δόνησης αποφεύγοντας τον πανικό και στοχεύοντας την ψυχραιμία. Σημαντικό ρόλο στην οργάνωση σχεδίου δράσης στο θέμα των σεισμών κατέχει ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (Ο.Α.Σ.Π.), σκοπός του οποίου είναι η επεξεργασία και ο σχεδιασμός της αντισεισμικής πολιτικής της χώρας στο πλαίσιο των κυβερνητικών κατευθύνσεων-καθώς και ο συντονισμός των ενεργειών δημοσίου και ιδιωτικού δυναμικού για την εφαρμογή της πολιτικής αυτής.

Υπό την επίβλεψη της Δρ. Ασημίνας Κούρου, η οποία κατείχε την επιμέλεια και τη συγγραφή, συντάχτηκε το *Σχέδιο Μνημονίου Ενεργειών για τη Διαχείριση του Σεισμικού Κινδύνου σε Σχολική Μονάδα 2019-2020*. Σε αυτόν τον οδηγό παρέχονται οδηγίες για τη σωστή διαχείριση καταστάσεων του σεισμού. Οι οδηγίες αφορούν την ενημέρωση των μαθητών πριν τον σεισμό με στόχο να είναι κατάλληλα προετοιμασμένοι, οδηγίες κατά τη διάρκεια του σεισμού αλλά και οδηγίες για τη λήξη του σεισμού. Ενδεικτικά, παρακάτω δίνονται κάποια παραδείγματα οδηγιών που αντιστοιχούν στην παραπάνω τακτική. (γιατί;)

Πριν τον σεισμό οι μαθητές πρέπει να ενημερώνονται για το φαινόμενο του σεισμού και τα ενδεδειγμένα μέτρα προστασίας πριν, κατά τη διάρκεια και μετά



από έναν σεισμό. Ακόμα, να ενημερώνονται για το Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης του σχολείου, να συμμετέχουν με σοβαρότητα στις ασκήσεις ετοιμότητας και να εκπαιδεύονται στην εφαρμογή του Σχολικού Σχεδίου Έκτακτης Ανάγκης για περίπτωση σεισμού

Κατά τη διάρκεια του σεισμού οι μαθητές και όχι μόνο πρέπει να καλύπτονται αμέσως κάτω από τα θρανία τους κρατώντας με το χέρι τους το πόδι του θρανίου, εάν την ώρα του σεισμού βρίσκονται μέσα στις αίθουσες διδασκαλίας. Επιπλέον, να προφυλάσσονται κατάλληλα ανάλογα με τη θέση που βρίσκονται την ώρα του σεισμού (π.χ. διάδρομο, τουαλέτα), σύμφωνα με την οδηγία: «Μένω στο χώρο που βρίσκομαι, Σκύβω, Καλύπτομαι, Κρατιέμαι», εάν δεν βρίσκονται σε αίθουσα διδασκαλίας. Εάν στο χώρο που βρίσκονται δεν υπάρχει γερό, ξύλινο τραπέζι ή γραφείο για να καλυφθούν, γονατίζουν στο μέσον του χώρου όσο το δυνατόν μακριά από επικινδυνότητες και καλύπτουν το κεφάλι και τον αυχένα με τα χέρια τους.

Μετά το τέλος της σεισμικής δόνησης, βγαίνουν από τα θρανία κάτω από τα οποία είχαν προφυλαχθεί, και προετοιμάζονται για την εκκένωση της αίθουσάς τους σύμφωνα με τις οδηγίες του εκπαιδευτικού τους. Εκκενώνουν το σχολικό κτίριο, σύμφωνα με το Σχέδιο Έκτακτης Ανάγκης του Σχολείου, χωρίς να τρέχουν, γρήγορα και με τάξη, έχοντας τα χέρια τους κάτω. Δεν παίρνουν μαζί τους τις τσάντες τους παρά μόνο τα πανωφόρια τους. Συγκεντρώνονται ανά τμήμα στον χώρο καταφυγής και βοηθούν τον εκπαιδευτικό τους να ολοκληρώσει την καταμέτρησή τους. Ακολουθούν με σοβαρότητα τις οδηγίες που τους δίνονται από τους εκπαιδευτικούς. Παραμένουν στον χώρο καταφυγής έως ότου παραληφθούν από τους γονείς ή τους κηδεμόνες τους, σε περίπτωση που ανακοινωθεί απόφαση διακοπής της λειτουργίας

του Σχολείου.

5. Οδηγίες για μέτρα σεισμικής προστασίας στο σχολείο⁵

5

Κατασκευή σειсмоγράφου

⁵ Οδηγίες για μέτρα σεισμικής προστασίας στο σχολείο – Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.). Διαθέσιμο στο <https://www.oasp.gr/inform/teachers> . [Πρόσβαση 10 Ιουνίου 2020]



Έχοντας
υπόψη
τις

λάβει
όλες

προηγούμενες ανησυχίες, ξεκινήσαμε να υλοποιούμε τον «Σεισμογράφο» με σκοπό να κατανοήσουμε καλύτερα τη λειτουργία του. Η απόφαση ήταν η κατασκευή μιας απλής εκδοχής του χρησιμοποιώντας υλικά ευρέως γνωστά, ώστε να μπορέσει μια μεγάλη μερίδα ανθρώπων σε οποιαδήποτε στιγμή της ζωής τους να κατανοήσουν τη λειτουργία του χωρίς να χρειάζονται εξειδικευμένες γνώσεις και δεξιότητες.

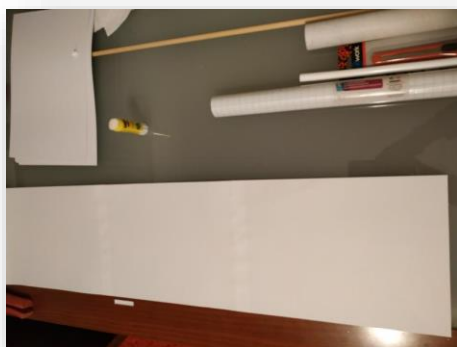
Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

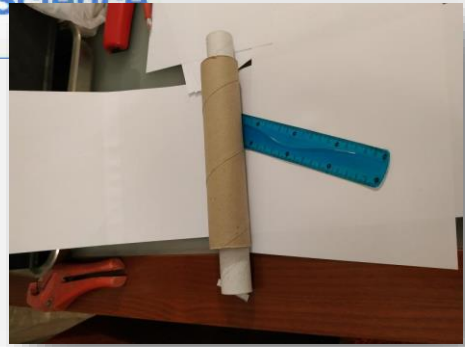
- 1 χάρτινο κουτί
- 1 φύλλο balsa (10X100cm) πάχους 10mm
- 1 ράβδος στρογγυλή ξύλινη πάχους 8mm
- Κοπίδι πλαστικό
- Λάστιχα
- Κόλλες stick
- Στυλό
- Κλωστή
- Ρολά κουζίνας



Τα βήματα που ακολουθήσαμε είναι:

- Αρχικά, πήραμε φύλλα A4 και τα ενώσαμε σχηματίζοντας ένα μεγάλο ρολό. Αυτά θα αποτελούσαν και το ρολό καταγραφής της δόνησης





- Έπειτα, σχημάτισαμε στις δύο πλευρές του κουτιού ανοίγματα για να περνά από μέσα το χαρτί.



- Με το φύλλο balsa και τη βοήθεια του τροχού φτιάξαμε τέσσερις κυλίνδρους που έκλεισαν τα ανοίγματα των ρολών κουζίνας.



- Επίσης, με το φύλλο balsa φτιάξαμε στηρίγματα στις δύο απέναντι πλευρές του κουτιού για να μπορέσουν να σταθεροποιηθούν τα ρολά.



- Ύστερα, κόψαμε έναν κυκλικό δίσκο που θα λειτουργήσει ως μοχλός με σκοπό να περιστραφούν τα ρολά και να κινηθεί το χαρτί καταγραφής της σεισμικής έντασης.



- Στο τέλος, σταθεροποιήσαμε στις κορυφές του κουτιού λάστιχα και στο κέντρο τοποθετήσαμε την κλωστή με το στυλό, ο οποίος θα σημειώνει τις δονήσεις.

Ολοκληρώνοντας την προσπάθεια, ύστερα από έρευνα και κατασκευή του σειсмоγράφου, οι μαθητές μέσα από το βίντεο που δημιούργησαν θέλησαν να εξηγήσουν τον τρόπο λειτουργίας του. Με δεδομένο πως πολλές φορές η εικόνα βοηθάει στο να επιτευχθεί καλύτερα η κατανόηση εννοιών, οι μαθητές έλαβαν την πρωτοβουλία να παρουσιάσουν την εργασία τους τόσο στους μικρότερους συμμαθητές τους, ώστε να ευαισθητοποιηθούν ως προς τους σεισμούς αλλά και να αποκτήσουν γνώσεις χρήσιμες για το μέλλον όσο και στους υπόλοιπους εκπαιδευτικούς της σχολικής μονάδας.

Σύνοψη

Ερευνώντας, κατέστη σαφές πως ο σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο που ανάλογα με την έντασή του και το επίκεντρό του μπορεί να μη γίνει αντιληπτός, αλλά μπορεί και να αλλάξει άρδην τη ζωή των ανθρώπων. Η Ελλάδα, μια χώρα με πλούσια σεισμική δραστηριότητα, ενέπνευσε τους μαθητές να ασχοληθούν εκτενέστερα με το θέμα του σεισμού μιας και αποτελεί κομμάτι της καθημερινότητάς τους. Ερεύνησαν, μελέτησαν, κατέληξαν και παρουσίασαν την εργασία τους, θεωρώντας πως θα ευαισθητοποιήσουν όσο το δυνατόν περισσότερους ως προς το συγκεκριμένο φυσικό φαινόμενο, αλλά και να τους ενημερώσουν με τις κατάλληλες οδηγίες αποφεύγοντας την παραπληροφόρηση. Γηράσκω αεί διδασκόμενος έλεγαν οι αρχαίοι ημών πρόγονοι και ο σειсмоγράφος ήταν μια πολύ καλή ευκαιρία να αποδείξουν ότι οι μαθητές μέσα από έρευνα και βιωματικές δραστηριότητες συμμετέχουν ενεργά αλληλεπιδρώντας ενεργά την εκπαιδευτική διαδικασία ανοίγοντας νέους δρόμους στη μάθηση.

Βιβλιογραφία

[1] Κούρου, Α. (2019-2020) *Σχέδιο Μνημονίου Ενεργειών για τη Διαχείριση του Σεισμικού Κινδύνου σε Σχολική Μονάδα 2019-2020*. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π.

[2] Μακρόπουλος, Κ. (2006) 'Φυσικές Καταστροφές: Σεισμοί και Μέτρα Προστασίας', 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη, 25-27 Οκτωβρίου.

[3] Παπακωνσταντίνου, Κ. (2015). *Περιβαλλοντική ψυχολογία: οι φυσικές καταστροφές και οι επιπτώσεις τους στην ψυχολογία των ανθρώπων*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Διαθέσιμο στο <https://hellanicus.lib.aegean.gr/handle/11610/15644> [Πρόσβαση 3 Ιουνίου 2020].

[4] Τσελέντης Α. (2016). *Γενική σεισμολογία (Α' τόμος)*. Liberal books

[5] Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (2007) *Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία – Αντισεισμική Προστασία Σχολείων*. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π.

[6] Φασουλάς, Χ. (2010). Βιβλίο θεωρίας. Διαθέσιμο στο http://racce.nhmc.uoc.gr/files/items/9/910/theoretical_booklet_greek.pdf?rnd=1354782747 [Πρόσβαση 5 Ιουνίου 2020]

[7] Andersen, C. & Oguz, A., (2005). *Surveying American and Turkish middle school students' existing knowledge of Earthquakes by using a systemic Network*. Dissertation of Ohio State University

[8] Kalogiannakis, M., & Violintzi, A. (2012). Intervention strategies for changing pre-school children's understandings about volcanoes. *Journal of emergent science*, 4, 12-19. Διαθέσιμο στο https://www.academia.edu/2312507/Kalogiannakis_%CE%9C_and_Violintzi_%CE%91.2012_.Intervention_strategies_for_changing_pre-school_children_s_understandings_about_volcanoes.Journal_of_Emergent_Science_4_2012_12-19 [Πρόσβαση 3 Ιουνίου 2020].

[9] Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (2019). Εισαγωγή στη Σεισμολογία – Παραδόσεις 2019 – 2020 . Διαθέσιμο στο http://www.geo.auth.gr/211/htm/lessons_slow.htm [Πρόσβαση 6 Ιουνίου 2020]

[10] Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας. Σεισμός. Διαθέσιμο στο <https://www.civilprotection.gr/games/seismos5.html> [Πρόσβαση 5 Ιουνίου 2020]

[11] Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (2019 – 2020). Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αντισεισμική Προστασία 1 – Σημειώσεις Σπυράκος - Τουτουδάκη: Βασικές Έννοιες Σεισμολογίας. Διαθέσιμο στο http://lee.civil.ntua.gr/antiseismiki_texnologia_1.html [Πρόσβαση 6 Ιουνίου 2020]

[12] Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (2020). Σεισμικά Όργανα. Διαθέσιμο στο <http://www.gein.noa.gr/HTML/WEB-EDU/instruments.htm> [Πρόσβαση 5 Ιουνίου 2020]

[13] Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας (2020). Ο.Α.Σ.Π. Διαθέσιμο στο <https://www.oasp.gr/> [Πρόσβαση 5 Ιουνίου 2020]

[14] Natural Resources Canada (2018). How we record earthquakes. Διαθέσιμο στο <https://earthquakescanada.nrcan.gc.ca/info-gen/smeters-smetres/seismograph-en.php> [Πρόσβαση 6 Ιουνίου 2020]