

## ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

Οι σεισμοί στη Γη προκαλούνται από απότομη απελευθέρωση ενέργειας που είναι συσσωρευμένη στον φλοιό της Γης, οι περισσότεροι σεισμοί συμβαίνουν εξαιτίας των μετακινήσεων των τεκτονικών πλακών και ονομάζονται τεκτονικοί σεισμοί.

Ένα μέρος της ενέργειας που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια του σεισμού μεταφέρεται στην επιφάνεια με τα σεισμικά κύματα.

Τα σεισμικά κύματα διαδίδονται στον φλοιό φθάνουν στην επιφάνεια και προκαλούν τις αναταράξεις του εδάφους που αισθανόμαστε. Αν ο σεισμός έχει αρκετή ισχύ και είναι υποθαλάσσιος μπορεί να δημιουργηθεί τσουνάμι στη θάλασσα.

Από την εστία του σεισμού ξεκινούν αρκετά είδη σεισμικών κυμάτων με κυριότερα τα:

### ΕΠΙΜΗΚΗ ΚΥΜΑΤΑ (P-WAVES)

Όταν ένας σεισμός χτυπά, ο πρώτος παλμός της ενέργειας που έρχεται από το σημείο της εστίας περιλαμβάνει τα επιμήκη ή πρώτα κύματα (**P-waves**) ή ηχητικά κύματα. Είναι **διαμήκη κύματα** που διατρέχουν όλη τη γη και είναι τα **γρηγορότερα** είδη σεισμικών κυμάτων συνεπώς **τα πρώτα** που καταγράφονται από τα σεισμόμετρα. Τα επιμήκη κύματα μπορούν να κινηθούν μέσω των συμπαγών πετρώων της γης αλλά και των υγρών, στρωμάτων της γης. Ωθούν και τραβούν τα πετρώματα που κινούνται ακριβώς όπως τα ηχητικά κύματα που ωθούν και τραβούν τον αέρα.

### ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΚΥΜΑΤΑ (S-WAVES)

Τα επόμενα κύματα που φτάνουν σε ένα τόπο είναι τα εγκάρσια ή δευτερεύοντα κύματα (**S-waves**). Είναι **πιο αργά αλλά πιο ισχυρά και καταστρεπτικά** από τα επιμήκη κύματα και τα ακολουθούν στο σειсмоγράφημα. Διαδίδονται προς κάθε κατεύθυνση τόσο στα επιφανειακά στρώματα όσο και στον πυρήνα. Κατά τη διάδοση των εγκαρσίων κυμάτων τα υλικά σημεία του πετρώματος ταλαντώνονται κάθετα προς τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος προκαλώντας μεταβολή στο σχήμα του πετρώματος. Τα δευτερεύοντα κύματα ταξιδεύουν με ταχύτητα περίπου δύο φορές μικρότερη από την ταχύτητα με την οποία κινούνται τα διαμήκη και λόγω του μεγάλου τους πλάτους είναι αυτά που προκαλούν ισχυρή μετακίνηση του εδάφους ειδικά στους ισχυρούς σεισμούς.

Ένας σεισμός χαρακτηρίζεται από:

### Την Εστία

Εστία ή υπόκεντρο ενός σεισμού θεωρείται η περιοχή γύρω από το σημείο από το οποίο φαίνεται να ξεκινούν το "ταξίδι τους" τα σεισμικά κύματα.

Οι σεισμολόγοι βρίσκουν την θέση της εστίας του σεισμού χρησιμοποιώντας την χρονική διαφορά στην άφιξη των εγκαρσίων και των διαμηκών κυμάτων.

### Το Επίκεντρο

Επίκεντρο ενός σεισμού λέγεται η προβολή της εστίας του σεισμού στην επιφάνεια της Γης.

### Το Εστιακό βάθος

Εστιακό βάθος λέγεται η απόσταση μεταξύ της εστίας και επίκεντρου του σεισμού.



## Το Μέγεθος

Το μέγεθος του σεισμού φανερώνει το πόσο ισχυρός είναι ένας σεισμός, δηλαδή μετράει την ενέργεια που απελευθερώνεται από έναν σεισμό και υπολογίζεται με βάση την κλίμακα Richter η οποία παίρνει τιμές από το 0 ως το 10.

Η κλίμακα Richter **δεν** είναι αναλογική, αλλά λογαριθμική, δηλαδή καθώς ανεβαίνουμε κατά μία μονάδα την κλίμακα η ισχύς του σεισμού γίνεται 10 φορές μεγαλύτερη.

Δηλαδή ένας σεισμός μεγέθους 4R είναι 10 φορές πιο ισχυρός από ότι ένας μεγέθους 3R, ένας σεισμός μεγέθους 5R είναι 10 φορές πιο ισχυρός από ότι ένας μεγέθους 4R κτλ.

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
0 - 1,9 R μικροσεισμός	Δεν γίνεται αισθητός. Καταγράφεται μόνο από σειсмоγράφους
2 - 2,9 R ασήμαντος	Σχεδόν πάντα δεν γίνεται αισθητός, αλλά καταγράφεται μόνο από σειсмоγράφους.
3 - 3,9 R πολύ ασθενής	Αισθητός μόνο κοντά στο επίκεντρο, χωρίς υλικές ζημιές.
4 - 4,9 R ασθενής	Αισθητός σε τοπικό επίπεδο, με ελαφρές υλικές ζημιές κοντά στο επίκεντρο,
5 - 5,9 R μέτριος	Ιδιαίτερα αισθητός σε τοπικό επίπεδο. Μέτριες έως σημαντικές ζημιές <u>μόνο</u> στα κτίρια ανεπαρκούς σχεδίασης κοντά στο επίκεντρο, πιθανώς και με ανθρώπινες απώλειες.
6 - 6,9 R ισχυρός	Πιθανές μεγάλες ανθρώπινες απώλειες και σοβαρές ζημιές σε μεγάλη ακτίνα γύρω από το επίκεντρο. Αρκετές ζημιές στα κτίρια ανεπαρκούς σχεδίασης, ελάχιστες ζημιές στα αντισεισμικά κτίρια.
7 - 7,9 R πολύ ισχυρός	Μεγάλες καταστροφές και ανθρώπινες απώλειες, ακόμα και αρκετά μακριά από το επίκεντρο. Σοβαρές ζημιές ή κατάρρευση κτιρίων ανεπαρκούς σχεδίασης. Μικρές ζημιές στα αντισεισμικά κτίρια. Πιθανότητα δημιουργίας τσουνάμι.
8 - 8,9 R καταστροφικός	Εξαιρετικά μεγάλες καταστροφές πολλές εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από το επίκεντρο. Βαριές ζημιές στα αντισεισμικά κτίρια, ολική κατάρρευση στα υπόλοιπα. Σχεδόν ολική καταστροφή κοντά στο επίκεντρο. Πιθανή δημιουργία ισχυρών τσουνάμι. Χιλιάδες ανθρώπινες απώλειες
9 - 9,9 R εξαιρετικά καταστροφικός	Τεράστιες καταστροφές και αμέτρητες ανθρώπινες απώλειες, σε πολύ μεγάλη απόσταση από το επίκεντρο. Ολοκληρωτική καταστροφή σε τοπικό επίπεδο. Αν το επίκεντρο είναι στη θάλασσα, τεράστια τσουνάμι που θα πλήξουν όλες τις γύρω ηπείρους. Μετατόπιση στις τοπικές τεκτονικές πλάκες, αλλαγές στο τοπικό ανάγλυφο, πιθανή μετατόπιση νησιών. Αλλαγή στην ταχύτητα περιστροφής και στην κλίση του άξονα της Γης. Ελάχιστοι σεισμοί αυτού του μεγέθους έχουν καταγραφεί στην παγκόσμια ιστορία. Ο μεγαλύτερος τέτοιος σεισμός είχε μέγεθος περίπου 9,5 R
10 R Παγκόσμιος	Δεν υπάρχει τόσο μεγάλο σεισμογόνο ρήγμα στη Γη που να μπορεί να προκαλέσει τέτοιο σεισμό. Θα μπορούσε να συμβεί λόγω σύγκρουσης με αστεροειδή ή κομήτη, τότε θα γινόταν αισθητός σε εξαιρετικά μεγάλες αποστάσεις, λόγω ολοκληρωτικής καταστροφής σε ακτίνα χιλιάδων χιλιομέτρων, θα άλλαζε εντελώς το ανάγλυφο τεράστιων περιοχών ή και ηπείρων.

## Την Ένταση

Η ένταση **δεν** μετράει την ενέργεια που απελευθερώνεται από τον σεισμό αλλά μετράει την **έκταση των καταστροφών** που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια του.

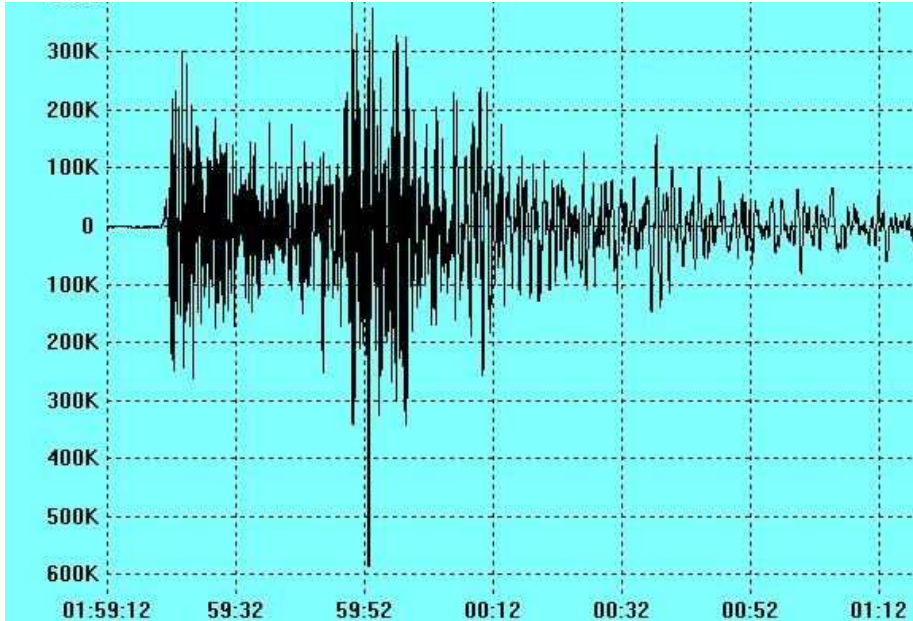
Μετριέται με βάση την κλίμακα Mercalli, η οποία κυμαίνεται από το 0 (ανεπαίσθητος) έως 12 (κατακλυσμιαίος).

Το μέγεθος του σεισμού το οποίο έχει μία μοναδική τιμή για ένα συγκεκριμένο σεισμό, η ένταση του σεισμού σε μία θέση εξαρτάται από την απόσταση της θέσης από το επίκεντρο, το βάθος της εστίας, τις παρεμβαλλόμενες δομές και το είδος των πετρωμάτων.

ΜΕΓΕΘΟΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
<b>1</b> Μη αισθητός	Δεν γίνεται αισθητός. Καταγράφεται μόνο από σειсмоγράφους
<b>2</b> Ανεπαίσθητος	Αισθητός μόνο υπό προϋποθέσεις
<b>3</b> Ασθενής	Ελαφρά αισθητός μόνο μέσα στα σπίτια πιθανόν να μην αναγνωριστεί σαν σεισμός.
<b>4</b> Μέτριος	Αισθητός μόνο μέσα στα σπίτια, όπου τρίζουν τζάμια, χτυπούν παράθυρα και λιγότερο στην ύπαιθρο.
<b>5</b> Σχετικά ισχυρός	Αισθητός στο σπίτι, μη αισθητός στην ύπαιθρο υπό ορισμένες συνθήκες. Αιώρηση κρεμασμένων αντικειμένων. Ανοιχτές πόρτες ταλαντεύονται. Υγρά από δοχεία χύνονται. Την νύχτα όλοι ξυπνούν.
<b>6</b> Ισχυρός	Αισθητός από όλους. Πολλοί τρομοκρατούνται και περπατούν με αστάθεια. Μετακίνηση ή ανατροπή μεγάλων αντικειμένων. Τζάμια σπάζουν. Βλάβες σε σοβάδες, κεραμίδια, καπνοδόχους. Μικρές καμπάνες ηχούν. Ζημιές λίγες, ελαφρές.
<b>7</b> Πολύ ισχυρός	Δύσκολη η όρθια στάση. Μικρές ζημιές σε ισχυρές κατασκευές. Σοβάδες και τοιχοποιία ρηγματώνονται, πέφτουν σοβάδες, αποκολλώνται τούβλα και πέτρες. Γίνεται αισθητός από οδηγούς αυτοκινήτων. Κυματισμός στις λίμνες, θόλωμα νερού από λάσπη.
<b>8</b> Καταστροφικός	Επηρεάζεται η οδήγηση των αυτοκινήτων. Μέτριες ζημιές στην τοιχοποιία των καλών κατασκευών και μεγάλες στις κακές κατασκευές. Κλαδιά σπάνε από τα δένδρα. Αλλαγές στη ροή και στη θερμοκρασία του νερού.
<b>9</b> Πολύ καταστροφικός	Γενικός πανικός. Σοβαρές βλάβες ή γενική καταστροφή στις κατασκευές. Μικρού μεγέθους κτίρια αποσπώνται από τα θεμέλια. Υπόγειοι αγωγοί σπάζουν. Εμφανίζονται ρωγμές στο έδαφος. Σε περιοχές με υπόγεια ύδατα, αναβλύζει από το έδαφος νερό.
<b>10</b> Εξαιρετικά καταστροφικός	Σχεδόν όλες οι κατασκευές καταρρέουν και τα περισσότερα κτίρια καταστρέφονται μέχρι θεμελίων. Σοβαρές ζημιές στο οδικό δίκτυο και σε φράγματα, υδροφράκτες και αναχώματα. Οι σιδηροτροχιές κάμπτονται ελαφρά. Μεγάλες κατολισθήσεις.
<b>11</b> Ασύλληπτα καταστροφικός	Πτώση των ανθρώπινων κατασκευών. Καταστροφή οδικού δικτύου, πτώση γεφυρών και κόμβων. Οι σιδηροτροχιές κάμπτονται, έντονα. Κατολισθήσεις, ρήγματα παραμορφώσεις του εδάφους.
<b>12</b> Ολικά καταστροφικός	Ολική καταστροφή. Κατάρρευση όλων των κτιρίων μέχρι θεμελίων. Τεράστιες παραμορφώσεις του φλοιού της Γης, το έδαφος ανυψώνεται και υποχωρεί αρκετά μέτρα, αλλαγές στο ανάγλυφο του εδάφους και στη ροή των ποταμών. Παραμόρφωση της όρασης. Μεγάλα αντικείμενα εκτινάσσονται στον αέρα. Το επίπεδο 12 έχει καταγραφεί μόλις μία φορά στην ανθρώπινη ιστορία.

**Ας προσπαθήσουμε να βρούμε πόσο απέχει η εστία ενός σεισμού από το σειсмоγράφο.**

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η καταγραφή των δονήσεων στο σειсмоγράφο από κάποια σεισμική δόνηση, με βάση το σχήμα απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις



α) Ποια χρονική στιγμή (στο περίπου) φτάνει το πρώτο κύμα;

.....

β) Ποια χρονική στιγμή (στο περίπου) φτάνει το δεύτερο κύμα;

.....

γ) Με πόση χρονική καθυστέρηση φτάνει το δεύτερο κύμα;

.....

δ) Τι είδους είναι το σεισμικό κύμα που φτάνει πρώτο;

.....

ε) Ποιο σεισμικό κύμα είναι πιο ισχυρό; πως φαίνεται αυτό στο διάγραμμα;

.....

στ) Αν το διάμηκες κύμα διαδίδεται στο φλοιό της Γης με σταθερή ταχύτητα  $v_{\Delta} = 6 \text{ Km/sec}$  και το εγκάρσιο με  $v_{\epsilon} = 3 \text{ Km/sec}$ , υπολογίστε την απόσταση εστίας σειсмоγράφου.

.....

.....

.....

.....

.....

Οι πληροφορίες για τους σεισμούς από τον ιστότοπο: [www.seismoι.gr](http://www.seismoι.gr)

Ε. Παπαδάκη, Φυσικός