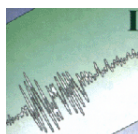


Περιγραφή της κλίμακας MM (τροποποιημένη Mercalli-Sieberg), η οποία χρησιμοποιείται στην Ελλάδα.

ΒΑΘΜΟΙ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
I	Ο σεισμός καταγράφεται μόνο από τους σειсмоγράφους.
II	Αισθητός σε μερικούς σε ησυχία στους υψηλότερους ορόφους.
III	Αισθητός από λίγους που βρίσκονται σε σπίτια.
IV	Αισθητός από πολλούς που βρίσκονται σε σπίτια και από μερικούς στο ύπαιθρο. Ξύπνημα λίγων. Φυγή λίγων στο ύπαιθρο. Κρότος παραθύρων, χτύπος στις πόρτες.
V	Αισθητός από όλους σε σπίτια και στο ύπαιθρο. Αιώρηση ελεύθερα κρεμασμένων αντικειμένων. Ανατροπή μερικών μικρών αντικειμένων.
VI	Ήχηση μικρών καμπάνων. Ανατροπή πολυάριθμων μεγάλων αντικειμένων. Πτώση λίγων κεραμιδιών και καπνοδόχων. Βλάβες λίγες και ελαφρές.
VII	Ήχηση μεγάλων καμπάνων. Πτώση πολλών κεραμιδιών, καπνοδόχων. Βλάβες μέτριες, πολ-λές. Μερική καταστροφή λίγων οικοδομών.
VIII	Μερική καταστροφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 25% του ολικού αριθμού των κανονικών οικοδομών. Ολική καταστροφή λίγων κτιρίων.
IX	Μερική καταστροφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% του ολικού αριθμού των κανονικών οικοδομών. Ολική καταστροφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 25% του ολικού αριθμού των κτιρίων.
X	Μερική καταστροφή όλων των κανονικών οικοδομών. Ολική καταστροφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% του ολικού αριθμού των κτιρίων.
XI	Ολική καταστροφή όλων των κτιρίων.
XII	Κατάρρευση όλων των οικοδομών μέχρι τα θεμέλια.



Το Γ.Ι. είναι ένα από τα Ινστιτούτα που απαρτίζουν το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, το αρχαιότερο ερευνητικό κέντρο της Ελλάδας (1842). Ο λόφος των Νυμφών, που επιλέχθηκε για να χτιστεί το ιστορικό κτήριο του Αστεροσκοπείου, ήταν γνωστός από την αρχαιότητα ως ο τόπος λατρείας των Νυμφών και βρίσκεται απέναντι από το λόφο της Ακρόπολης. Το ιστορικό κτήριο βασίστηκε και σχέδια του Δανού αρχιτέκτονα Θεόφιλου Χάνσεν και κατασκευάστηκε με δωρεά του τραπεζίτη Γεώργιου Σίνα. Σήμερα φιλοξενεί την ιστορική βιβλιοθήκη του Αστεροσκοπείου και το Αстро-γεωφυσικό Μουσείο, ενώ το Γ.Ι. στεγάζεται σε κτίρια εντός του χώρου.

Το Γ.Ι. προστέθηκε στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών το 1891 επί διεύθυνσης Δημητρίου Αιγινήτου. Είναι ο συντονιστικός φορέας του Εθνικού Δικτύου Σειсмоγράφων, ενώ μετέχει στο Εθνικό Δίκτυο Επιταχυνσιογράφων. Παρέχει δυνατότητες σε προ- και μετα-πτυχιακούς φοιτητές για πρακτική άσκηση ή υλοποίηση διπλωματικών εργασιών σε συνεργασία με Ελληνικά και ξένα Πανεπιστήμια. Παρέχει προς τρίτους υπηρεσίες που αφορούν σεισμογραφικά δίκτυα (ανάπτυξη και συντήρηση, επεξεργασία δεδομένων και ανάπτυξη βάσεων δεδομένων και υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου). Τέλος αποτελεί το Εθνικό Κέντρο Προειδοποίησης Τσουνάμι.

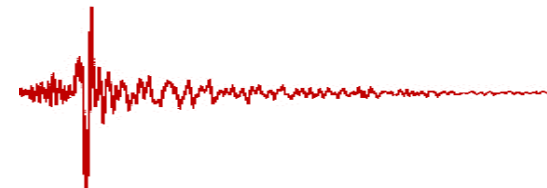
Οι εγκαταστάσεις του Γ.Ι. είναι προσβάσιμες με το Μετρό (γραμμή 1 - στάση Θησείο και γραμμή 2 - στάση Ακρόπολη).



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ,  
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
**ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

Τ.Θ. 20048, 11810 ΑΘΗΝΑ  
Τηλ. 210 3490172, Φαξ. 210 3490173  
accelnet@noa.gr  
<http://accelnet.gein.noa.gr>

## ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



**ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**



## ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

**Μακροσεισμικά αποτελέσματα** ονομάζονται οι επιπτώσεις των σεισμών στο έδαφος, τα νερά (υπόγεια και επιφανειακά), στις κάθε είδους κατασκευές και, εμμέσως, στους ανθρώπους και τα ζώα.

Οι πιο συνηθισμένες επιπτώσεις της σεισμικής δραστηριότητας **στο έδαφος** είναι: ρωγμές, χάρματα (δηλ. τα επιφανειακά ίχνη των σεισμικών ρηγμάτων), κατολισθήσεις, εδαφικές βαθύνσεις, ρευστο-ποίηση του εδάφους, υψομετρικές μεταβολές (καθιζήσεις ή εξάρσεις του εδάφους).

**Στα νερά**, οι επιπτώσεις είναι άμεσες, κατά τη διάρκεια της διέλευσης των σεισμικών κυμάτων μέσα από αυτά -και προκαλούν ταλαντώσεις του νερού, κυματισμό σε λίμνες και κλειστούς χώρους- ή έμμεσες και οφείλονται στις εδαφικές διαταράξεις που επηρεάζουν και τα νερά (μεταβολή στην παροχή των πηγών, αποξήρανση ελών, λιμνών, ποταμών, απόφραξη ποταμών από κατολισθήσεις εδαφών και δημιουργία λιμνών, ελών και πλημμυρών κλπ.)

**Στη θάλασσα**, προκαλούνται είτε δονήσεις μικρής περιόδου, που οφείλονται στη διέλευση των σεισμικών κυμάτων μέσα από το θαλάσσιο νερό, είτε θαλάσσια κύματα βαρύτητας (tsunamis), που έχουν μεγάλο μήκος κύματος και διαδίδονται στην επιφάνεια της θάλασσας και σε μεγάλες αποστάσεις.

**Στις κατασκευές**, οι επιπτώσεις είναι πιο ορατές, πιο εκτεταμένες και προκαλούν τραυματισμούς και θανάτους ανθρώπων, ενώ συνεπάγονται και τεράστιες οικονομικές ζημιές. Οι **άμεσες βλάβες** οφείλονται στη διέλευση των σεισμικών κυμάτων από το έδαφος στα θεμέλια, στους τοίχους και στις στέγες των κτιρίων. Οι **έμμεσες βλάβες** οφείλονται στις πυρκαγιές που προκαλούνται κατά τη διάρκεια των σεισμών.

**Στους ανθρώπους**, οι σεισμοί προκαλούν φόβο, νευρική υπερδιέγερση, πανικό, που σε ορισμένους διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Πέρα από τον ίδιο το σεισμό, ο οποίος γίνεται αισθητός σε συνθήκες ηρεμίας στο κρεβάτι ή στο αυτοκίνητο ακόμη και στην περίπτωση μικρών σεισμών, μέσω κυρίως της κατακόρυφης δόνησης, τα φαινόμενα της ανησυχίας ενισχύονται και από τη σεισμική βοή που συνοδεύει, συνήθως, έναν σεισμό ή και από διάφορα φωτεινά φαινόμενα που παρατηρούνται σε κατοικημένες περιοχές κατά τη διάρκεια των σεισμικών δονήσεων.

**Στα ζώα** (κατοικίδια, άγρια, πουλιά, μέλισσες, ψάρια), οι σεισμοί προκαλούν, επίσης, φόβο που εκδηλώνεται ορισμένα λεπτά ή και ώρες πριν από τους σεισμούς.

Οι σεισμοί που γίνονται στη σημερινή εποχή έχουν μεγαλύτερες επιπτώσεις από τους παλαιότερους σεισμούς παρά τη βελτίωση των αντισεισμικών κανονισμών και άρα της ποιότητας των κτηρίων. Ο λόγος είναι ότι οι πόλεις αναπτύσσονται σε ακατάλληλα εδάφη, ενώ η επέκταση καθ ύψος των κτηρίων και επομένως η μεγαλύτερη συγκέντρωση πληθυσμού αυξάνει τη πρωτότητα των οικιστικών συγκροτημάτων. Επιπλέον, οι δευτερογενείς επιπτώσεις από τους σεισμούς (πχ κύματα τσουνάμι, τεχνολογικά ατυχήματα) αυξάνουν τις καταστροφές και τα θύματα.

## ΣΥΛΛΟΓΗ ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

Μακροσεισμικές παρατηρήσεις συλλέγονταν από τους ιστορικούς χρόνους με τη μορφή ιστορικών περιγραφών των επιπτώσεων των σεισμών. Ακόμα και κατά τον 19ο αιώνα οι περιηγητές δίνουν περιγραφές από τους τόπους που έχουν πληγεί από ισχυρούς σεισμούς, παρέχοντας στη σύγχρονη σεισμολογία πολύτιμα δεδομένα για τη σεισμική δραστηριότητα διάφορων περιοχών. Άλλωστε πριν από την ανάπτυξη της ενόργανης σεισμολογίας οι περιγραφές αυτές είναι οι μόνες παρατηρήσεις με τη βοήθεια των οποίων και με κατάλληλη επεξεργασία συμπληρώνονται οι κατάλογοι σεισμικότητας προς το παρελθόν.

Με την ανάπτυξη των σειсмоγράφων, οι μακροσεισμικές πληροφορίες συνεχίζουν να συλλέγονται, καλύπτοντας τα πρώτα αραιά σεισμολογικά δίκτυα, οπότε και αρχίζουν να αναπτύσσονται μαθηματικές σχέσεις που συνδέουν το μέγεθος του σεισμού με τη μακροσεισμική ένταση.

Η συλλογή των μακροσεισμικών παρατηρήσεων μέχρι και τη δεκαετία του '90 γίνεται συνήθως με αποστολή συγκεκριμένων ερωτηματολογίων μετά από τη γένεση ενός ισχυρού σεισμού, στα οποία καλούνται να απαντήσουν οι τοπικές διοικητικές αρχές ή και ντόπιοι παρατηρητές και να τα επιστρέψουν συμπληρωμένα στο σεισμολογικό κέντρο. Στον Ελληνικό χώρο η διαδικασία αυτή γίνεται από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, το οποίο διατηρεί ένα πλούσιο αρχείο.

Στη σύγχρονη εποχή, με την ανάπτυξη των τηλεπικοινωνιών, του διαδικτύου και των υπολογιστών, στη διαδικασία της περιγραφής των επιπτώσεων από αισθητούς σεισμούς μπορούν να συμμετέχουν και απλοί πολίτες, με τη συμπλήρωση του αντίστοιχου ερωτηματολογίου σε σχετικές ιστοσελίδες.

## ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

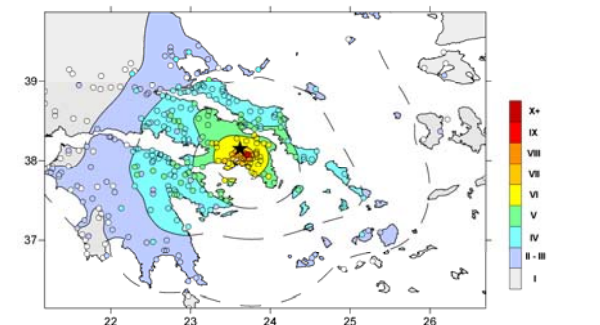
Η εκτίμηση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων γίνεται με τη χρήση κλιμάκων μακροσεισμικής έντασης. Η ένταση παριστάνεται με λατινικούς αριθμούς (I, II, III, IV, ... XII). Η κλίμακα που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα είναι μια έκδοση της **δωδεκαβάθμιας κλίμακας Mercalli—Sieberg**. Υπάρχουν και άλλες αντίστοιχες κλίμακες, όπως η κλίμακα Rossi - Forel, η κλίμακα Medvedev - Sponheuer -Karnik (MSK), η Ιαπωνική κλίμακα (JMA) κá. Τελευταία, λαμβάνοντας υπόψη τους νέους τύπους κτηρίων και την εξέλιξη της Μακροσεισμολογίας, προτάθηκε η **Ευρωπαϊκή Μακροσεισμική Κλίμακα (EMS)**.

Η αξιολόγηση των απαντημένων ερωτηματολογίων γίνεται από έμπειρο επιστήμονα, ο οποίος κατά κανόνα έχει αποκτήσει την ικανότητα να απορρίπτει υπερεκτιμημένες ή υποεκτιμημένες περιγραφές των επιπτώσεων των σεισμών. Πάντως, η μακροσεισμική ένταση είναι ένα υποκειμενικό μέγεθος, σε αντίθεση με το Μέγεθος του σεισμού, που βασίζεται σε ενόργανες μετρήσεις. Τελευταία έχουν αναπτυχθεί υπολογιστικές αυτόματες μέθοδοι για μια πιο αντικειμενική αξιολόγηση των μακροσεισμικών παρατηρήσεων (έμπειρα συστήματα, νευρωνικά δίκτυα). Επίσης η ανάπτυξη των σύγχρονων δικτύων επιταχυνσιογράφων βοηθά στην παροχή μιας ενόργανης τιμής της ισχυρής σεισμικής δόνησης στον τόπο παρατήρησης, τη **μέγιστη εδαφική επιτάχυνση**.



Για την καλύτερη αξιολόγηση των μακροσεισμικών δεδομένων συντάσσονται οι **χάρτες ισοσειστών**. Οι ισοσειστές καμπύλες συνδέουν περιοχές που παρουσιάζουν την ίδια μακροσεισμική ένταση.

Η μορφή των ισοσειστών εξαρτάται από το μηχανισμό γένεσης του σεισμού, το βάθος της εστίας, το είδος των πετρωμάτων που μεσολαβεί από την εστία μέχρι τον τόπο παρατήρησης των επιπτώσεων του σεισμού και την απόσβεση που αυτά προκαλούν στα διερχόμενα σεισμικά κύματα, από το έδαφος θεμελίωσης και από τον τρόπο κατασκευής των κτηρίων.



Παράδειγμα ενός χάρτη ισοσειστών που αφορά το σεισμό της Αθήνας (7 Σεπτεμβρίου 1999, M5.9). Κοντά στο επίκεντρο παρατηρούνται σημαντικές βλάβες (Imax = IX, που αντιστοιχεί σε καταρρεύσεις κτηρίων, θύματα κλπ), ενώ όσο απομακρυνόμαστε από το επίκεντρο οι επιπτώσεις από το σεισμό ελαττώνονται (πχ. Στη ΝΔ Πελοπόννησο ή στην Ανατολική Στερεά Ελλάδα ο σεισμός δεν έγινε αισθητός).