

# 4<sup>ο</sup> ΓΕΛ ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ

Σχολικό Έτος 2014 – 15



# ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο του μαθήματος της ερευνητικής εργασίας το τμήμα ΕΕ-1 με υπεύθυνο καθηγητή τον κύριο Μαλλά ασχολήθηκε και ανέλυσε τις φυσικές καταστροφές.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα δούμε για τους σεισμούς καθώς και για τις συνέπειες που αυτοί έχουν στην κοινωνία.

Έπειτα στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναλύσουμε τα ηφαίστεια και τις καταστροφικές τους δυνατότητες.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα αναλύσουμε τις πλημμύρες και τα τσουνάμι τα οποία θερίζουν την κοινωνία την οποία αυτά χτυπάνε.

Τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο θα μάθουμε για τους ανεμοστρόβιλους καθώς και για το πώς μπορούμε να προφυλαχτούμε από την καταστροφική δυναμική τους.

Αυτή η εργασία έγινε από τους μαθητές :

**Α' Ομάδα :** Ναταλία Θεοδώρου , Δημήτρης Τσεσμελής , Σπύρος Αλεξανδρής , Νικόλας Λώλος , Τίμος Κορώσης

**Β' Ομάδα :** Νίκος Γαλάνης , Ιωακείμ Ηλιάδης , Κωνσταντίνα Μαραγκάκη , Μυρτώ Νικολοπούλου ,

**Γ' Ομάδα :** Μιχάλης Παλαιός , Άγγελος Δημητρακόπουλος , Νικόλας Καρανικόλας , Πένυ Μανωλοπούλου , Θεοδώρα Καναβού

**Δ' Ομάδα :** Μάριος Παλατζίδης , Γιάννης Αδαμόπουλος , Πέτρος Ιορδανίδης , Ευάγγελος Δεβεσιάδης , Παναγιώτης Βλάσσης



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

## ΤΣΟΥΝΑΜΙ & ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ



# **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> ΤΣΟΥΝΑΜΙ & ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ**

### **1. ΤΣΟΥΝΑΜΙ**

#### **1.1 ΦΥΣΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

1.1.1 ΤΣΟΥΝΑΜΙ-ΤΡΟΠΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

1.1.2 ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ-ΤΡΟΠΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

#### **1.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ, ΠΡΟΦΥΛΑΞΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ**

1.2.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΙ ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΠΙΒΙΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΝΟΣ  
ΤΣΟΥΝΑΜΙ

1.2.2 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ

#### **1.3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Το **τσουνάμι** ( ιαπωνικά 津波, tsunami ) είναι θαλάσσιο φαινόμενο, που δημιουργείται κατά την απότομη μετατόπιση μεγάλων ποσοτήτων νερού, σε ένα υδάτινο σχηματισμό, όπως ένας ωκεανός, μια θάλασσα, μια λίμνη ή ένα φιόρδ.

**Πλημμύρα** ονομάζεται η κατάσταση κατά την οποία περιοχές, που συνήθως είναι στεγνές, καλύπτονται από ποσότητες νερού για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Οι πλημμυρικοί όγκοι νερού προέρχονται από:

- την τοπική βροχόπτωση,
- την υπερχειλίση ποταμού,
- την εισροή της θάλασσας σε παράκτιες περιοχές ή
- από τη θραύση ενός φράγματος.

## **1.1 ΦΥΣΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

### **1.1.1 ΤΣΟΥΝΑΜΙ – ΤΡΟΠΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ**

Το τσουνάμι εκδηλώνεται ως κύματα, τα οποία στα βαθιά νερά των ωκεανών (μέσο βάθος 4.500 μέτρα) οδεύουν με μέση ταχύτητα 210 μέτρων/δευτερόλεπτο ή 756 χιλιομέτρων/ώρα (παραπάνω από το μισό της ταχύτητας του ήχου στην ατμόσφαιρα της Γης). Διαδίδονται με μέτωπα κυμάτων, που μπορούν να πλησιάσουν σε πλάτος ακόμα και τη γήινη περίμετρο και οδεύουν με σύνθητες μήκος κύματος της τάξης των 50-400 χιλιομέτρων και ύψος που κυμαίνεται, συνήθως, από μερικά εκατοστά έως 1 μέτρο (με 2 μέτρα το πολύ, όταν βρίσκονται κοντύτερα στην εστία δημιουργίας τους).

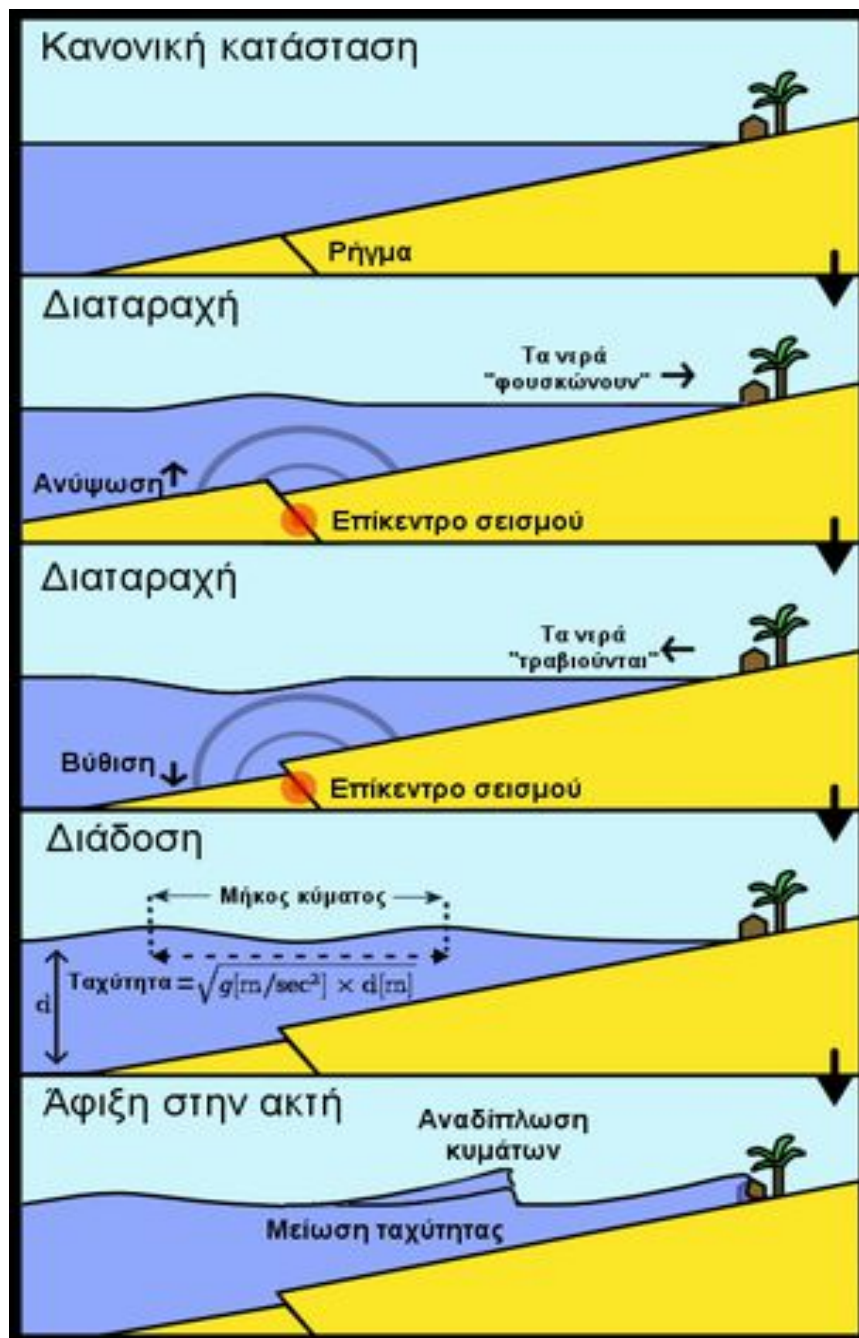
Φθάνοντας τα κύματα αυτά σε ρηχά νερά χάνουν την ταχύτητά τους, έως και 20 φορές, αρχικά στο μπροστινό τους μέτωπο, αυτό που φτάνει πρώτο στα ρηχά, και έτσι το μήκος τους μικραίνει, καθώς το πίσω μέρος του κύματος ταξιδεύει ακόμη, με σχετικά μεγαλύτερη ταχύτητα. Το μήκος του κύματος ενός τσουνάμι μεταβάλλεται, ακολουθώντας την μεταβολή της μέσης ταχύτητάς του σύμφωνα με το βάθος της θάλασσας που διατρέχει, και η ορμή του διατηρείται (θεωρώντας προσεγγιστικά πως δεν εξαπλώνεται και κατά πλάτος) με αντίστοιχη

μεταβολή του ύψους του. Φτάνοντας στις ακτές το κύμα συμπιέζεται και κερδίζει σε ύψος, που είναι και ο λόγος για τον οποίο γίνεται καταστρεπτικό φθάνοντας στις ακτές, αφού το ύψος του διατηρείται και καθώς εισβάλλει στην ενδοχώρα.

Η αρχική απότομη μετατόπιση του νερού, που προκαλεί τη γένεση ενός τσουνάμι, μπορεί να είναι αποτέλεσμα σεισμού, κυρίως υποθαλάσσιου, που προκαλεί κατακόρυφη ανάταξη του βυθού, παραθαλάσσιας κατάρρευσης βουνοπλαγιάς ή ηφαιστείου, υποθαλάσσιας ηφαιστειακής έκρηξης ή κατολίσθησης, καθώς και πτώσης ικανού μεγέθους ουράνιου σώματος στη θάλασσα. Ενώ σε βαθιά νερά το τσουνάμι, λόγω των χαρακτηριστικών του εκεί, δεν θεωρείται σοβαρός κίνδυνος για τις πλέουσες κατασκευές, φτάνοντας στις ακτές έχει ιδιαίτερα καταστρεπτικές συνέπειες.

Τα τσουνάμι έχουν μεγάλο μήκος κύματος και μεταφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Ενώ μία σειρά μεγάλων θαλάσσιων κυμάτων που προκαλούνται από τον άνεμο, έχει μέγιστο μήκος κύματος (απόσταση από κορυφή σε κορυφή κύματος) τα 100 - 150 μέτρα και περιοδικότητα μερικά δευτερόλεπτα, τα τσουνάμι έχουν τεράστια μήκη κύματος, που μπορεί να φτάσουν τα 100 ή και τα 200 χιλιόμετρα και περιοδικότητα ακόμα και άνω της μιας ώρας. Όσο διαδίδονται στην ανοιχτή θάλασσα με μεγάλο βάθος, έχουν ελάχιστο ύψος, που δεν ξεπερνά συνήθως τα 1 - 2 μέτρα και ταξιδεύουν προς όλες τις επιτρεπτές από τον αρχικό σχηματισμό του μετώπου, κατευθύνσεις, με ταχύτητα 700 - 800 χλμ/ώρα. Παρά την τρομακτική αυτή ταχύτητα, δεν γίνονται αντιληπτά, από τα πλοία στην ανοιχτή θάλασσα, ούτε καν από βάρκες, καθώς φαίνονται, ως μία φουσκοθαλασσιά (λείας και αδιάσπαστης επιφάνειας, με κορυφές που δεν σκάνε, ούτε ασπρίζουν), που περνάει «σαν αστραπή» και φεύγει.

Φθάνοντας όμως στα ρηχά, λόγω της μείωσης του βάθους, αναδιπλώνονται και ενώ χάνουν ταχύτητα, κερδίζουν σε ύψος. Όταν τελικώς «σκάσουν» στην ακτή, αν και η ταχύτητα πρόσκρουσης συνήθως είναι 40 χλμ/ώρα, το τελικό τους ύψος μπορεί να ποικίλλει από 5 μέχρι 15 μέτρα, αν και θεωρητικά μπορεί να φτάσει έως και τα 50 μέτρα (το σενάριο της πιθανής κατάρρευσης ολόκληρου του ηφαιστείου Cumbre Vieja στη θάλασσα, στο νησί La Palma) ή και πολύ υψηλότερα σε συμβάν πρόσκρουσης με αστεροειδή ή κομήτη. Πρακτικά όμως αρκεί να φτάσει τα 2 μέτρα, για να υπάρξουν ζημιές και θύματα.





## 1.1.2 ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ – ΤΡΟΠΟΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι πλημμύρες είναι φυσικά φαινόμενα (αφού συνήθως προέρχονται από μετεωρολογικές καταστάσεις), όμως συμβαίνουν όταν η χωρητικότητα του συστήματος αποστράγγισης (φυσικού ή ανθρωπογενούς), δεν μπορεί να διοχετεύσει τον όγκο νερού που παράγεται από τη βροχόπτωση. Τα φυσικά φαινόμενα που προκαλούν πλημμύρες δεν μπορούν να ελεγχθούν, αλλά οι γεωλογικές, γεωμορφολογικές και εδαφολογικές συνθήκες της λεκάνης απορροής είναι δυνατόν να τροποποιηθούν με την ανθρώπινη επέμβαση.

Οι πλημμύρες από την υπερχείλιση ποταμού ποικίλλουν σημαντικά ως προς το μέγεθος και τη διάρκειά τους. Στην περίπτωση μεγάλων ποταμών οι πλημμύρες μπορεί να εμφανιστούν αρκετό χρόνο μετά τη βροχόπτωση και να διαρκέσουν ημέρες, εβδομάδες ή ακόμη και μήνες. Σε μικρότερα ποτάμια είναι δυνατόν να εμφανιστούν στιγμιαίες πλημμύρες (flash floods) που συνήθως οφείλονται σε πολύ έντονη τοπική βροχόπτωση. Αυτές είναι λιγότερο προβλέψιμες και μπορεί να προκαλέσουν εκτεταμένες καταστροφές, ιδίως όταν η έντονη βροχόπτωση προκαλεί κατολισθήσεις εδάφους ή ιλύος. Δεδομένου ότι συμβαίνουν ξαφνικά και με ελάχιστη προειδοποίηση είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους ανθρώπους.

Η πλημμύρα σε υδατόρευμα προκαλείται από υψηλή τιμή της παροχής η οποία ξεπερνά τα φυσικά ή τεχνητά πρηνή με αποτέλεσμα την κατάκλυση των γειτονικών εκτάσεων με νερό.

Η ποσοτική εκτίμηση της πλημμύρας γίνεται με βάση:

- την παροχή αιχμής
- τον πλημμυρικό όγκο
- το ύψος του νερού
- το εμβαδόν των εκτάσεων που κατακλύζονται

Οι αιτίες ανεπαρκούς διοχέτευσης νερού από το ποτάμιο σύστημα είναι:

- μικρή υγρή διατομή του ποταμού
- μικρή κλίση του πυθμένα
- μεγάλη τραχύτητα του ποταμού εξαιτίας εμποδίων και φερτών υλικών
- μικρό ύψος νερού στα πλημμυρικά πεδία και κατά συνέπεια μεγάλη βρεχόμενη περίμετρος με αποτέλεσμα τις μικρές ταχύτητες ροής
- υψηλές στάθμες κατάντη (στάθμη κύριου υδατορεύματος, στάθμη θάλασσας)

## **1.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ, ΠΡΟΦΥΛΑΞΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ**

### **1.2.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΙ ΟΔΗΓΙΕΣ ΕΠΙΒΙΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΝΟΣ ΤΣΟΥΝΑΜΙ**

Η έκδοση έκτακτου δελτίου για επερχόμενο τσουνάμι είναι σχετικά απλή υπόθεση, όταν έχει προηγηθεί σημαντική επένδυση σε μη επανδρωμένους σταθμούς παρακολούθησης, σε δίκτυα που βρίσκονται μακριά από την ξηρά (σε συνδυασμό με σειсмоγράφους). Χώρες όπως η Ιαπωνία (και μετά τον σεισμό του 2004 και χώρες γύρω από την περιοχή του Ινδικού Ωκεανού) έχουν ποντίσει και χρησιμοποιούν τέτοια δίκτυα.

Πριν χτυπήσει ένα ισχυρό τσουνάμι, η στάθμη της θάλασσας χαμηλώνει και το νερό αποτραβιέται από την ακτή, δίνοντας την εντύπωση ότι «όλη η θάλασσα έφυγε προς τα πίσω». Αυτό είναι ένα πολύτιμο σημάδι, για όσους βρίσκονται σε περιοχή που πρόκειται να χτυπηθεί από τσουνάμι και δεν διαθέτει σύστημα πρόγνωσης ή αν στο συγκεκριμένο σημείο δεν υπάρχει πρόσβαση σε M.M.E.

Αν γίνει κάτι τέτοιο αντιληπτό, τότε όλοι πρέπει αμέσως να αρχίσουν να τρέχουν προς το εσωτερικό της ξηράς, μακριά από την ακτή, χωρίς να σταματήσουν ούτε δευτερόλεπτο και να προσπαθήσουν να απομακρυνθούν όσο μπορούν από τις παράλιες περιοχές, καταφεύγοντας κατά προτίμηση σε λόφους με υψόμετρα αρκετά πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Εναλλακτικά, αν υπάρχει στην περιοχή κάποιο υψηλό κτίριο, άνω των 15 μέτρων, μπορούν να αναζητήσουν καταφύγιο στον υψηλότερο όροφό του.

Μία επιπλέον καθοριστική οδηγία: Μην περιμένετε να δείτε το κύμα να έρχεται, για να αρχίσει η διαφυγή! Ο διαθέσιμος χρόνος, από την στιγμή που το νερό αποτραβιέται από την ακτή έως το χτύπημα του τσουνάμι, είναι ελάχιστος, γύρω στα 5 λεπτά. Ειδικά από την εμφάνιση του τσουνάμι στον ορίζοντα έως το χτύπημα, είναι πλέον εντελώς μηδαμινός και ένας πρακτικός κανόνας λέει ότι «αν το δεις να έρχεται, τότε είναι πλέον αργά για να τρέξεις».

Επίσης, σχεδόν ποτέ δεν έρχεται μόνο ένα κύμα. Όπως προαναφέρθηκε, δημιουργείται μία ολόκληρη σειρά κυμάτων, με περιοδικότητα άνω της 1 ώρας και επομένως, σχεδόν πάντα, μετά το πρώτο κύμα ακολουθούν κι άλλα. Επομένως, δεν πρέπει να δημιουργείται αίσθηση εφησυχασμού, ότι μετά το πρώτο χτύπημα ο κίνδυνος πέρασε, καθώς μάλιστα ενδέχεται τα επόμενα κύματα να είναι ακόμα υψηλότερα και καταστρεπτικότερα. Στατιστικώς, έχει βρεθεί ότι συνήθως το υψηλότερο κύμα είναι το τρίτο στην σειρά, αν και αυτό δεν ισχύει πάντα και δεν θα πρέπει να λαμβάνεται ως δεσμευτικός κανόνας.

Τα πλοία που βρίσκονται «εν πλω», τα αντιμετωπίζουν εύκολα, στρέφοντας την πλώρη σε γωνία 35 - 45 μοιρών κι έτσι δεν κλυδωνίζονται, λόγω του μεγάλου μήκους αυτών των κυμάτων. Αντιθέτως, την νύχτα είναι πιο επικίνδυνα, αν δεν γίνουν αντιληπτά από το ραντάρ, στην οθόνη του οποίου παρουσιάζονται, ως ολοένα προσεγγίζουσα ακτογραμμή. Όσα πλοία όμως βρίσκονται στο αγκυροβόλιο ή ελλιμενισμένα, θα πρέπει να προβούν σε άμεσο απόπλου, κόβοντας ακόμη και τους κάβους ή εγκαταλείποντας και τις άγκυρες και τούτο, διότι φθάνοντας το τσουνάμι, αυτά ανυψώνονται και οι άγκυρες συνήθως αποσπώνται απ' το βυθό, οπότε και ακολουθούν έρμια την ορμή του κύματος, ενώ τα ελλιμενισμένα κινδυνεύουν να καταστραφούν.

## **1.2.2 ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ**

### **Κατασκευαστικά:**

- αντιπλημμυρικοί ταμιευτήρες στα ανάντη της λεκάνης
- αναχώματα και προστατευτικοί τοίχοι
- λεκάνες κατάκλυσης δίπλα στο ποτάμι και στις χαμηλές περιοχές
- δίκτυα ομβρίων
- εκτροπές ποταμών
- παράκτια προστασία
- αύξηση της παροχτευτικότητας των ποταμών με καθαρισμό, εκβάθυνση και διάνοιξη των διατομών
- εισαγωγή πρόσθετων διαδρομών παράλληλα με το ποτάμι
- υπερχειλιστές σε ταμιευτήρες

*Τα κατασκευαστικά μέτρα έχουν ως κύριους στόχους την αποθήκευση του νερού και την αύξηση της ικανότητας μεταφοράς του. Δεδομένου ότι οι κατασκευές είναι τρωτές στις πλημμύρες (αφού έχουν σχεδιαστεί για κάποια πιθανότητα) θα πρέπει να συνοδεύονται και από άλλα μη κατασκευαστικά μέτρα.*



**Εικόνα 1.2 Αντιπλημμυρικός τοίχος σε πόλη της Γερμανίας**

**Μη κατασκευαστικά μέτρα:**

- διατήρηση και επέκταση των δασών στις ορεινές περιοχές της λεκάνης
- διατήρηση των υγροτόπων και των πλημμυρικών πεδίων από ανθρώπινες επεμβάσεις και χρήσεις ώστε οι φυσικές ζώνες πλημμυρών να καθυστερούν τη ροή
- προσαρμογή των χρήσεων των πλημμυρικών πεδίων στη πιθανότητα καταστροφής και χωροθέτηση των σημαντικών εγκαταστάσεων σε ακίνδυνες περιοχές
- διατήρηση των μαιάνδρων των ποταμών και των φυσικών συνδέσεων τους με τις πλημμυρικές περιοχές
- έλεγχος και συντήρηση των αποχετευτικών συστημάτων στις αστικές περιοχές
- χρήση ιστορικών πληροφοριών, ανάπτυξη συστημάτων πρόγνωσης καταιγίδων και μοντέλων βροχής απορροής
- συστήματα ειδοποίησης του κοινού
- μηχανισμός διαρκούς ενημέρωσης του κοινού και αναίρεση της εσφαλμένης αντίληψης για απόλυτη προστασία
- οργάνωση φορέων για πρόληψη και αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών

### **Ατομικά μέτρα για την μείωση του κινδύνου των κατοικιών:**

- ανύψωση κατασκευής
- στεγανοποίηση κατασκευών
- κατασκευή τοίχου ή αναχώματος γύρω από την κατοικία
- διευκόλυνση μελλοντικών εκκενώσεων
- ασφάλεια για πλημμύρα

## **1.3 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%83%CE%BF%CF%85%CE%BD%CE%AC%CE%BC%CE%B9>

<http://www.tsunami.noaa.gov/>

<http://environment.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/tsunami-profile/>

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%B7%CE%BC%CE%BC%CF%8D%CF%81%CE%B1>

<http://civilprotection.gr/el/%CF%80%CE%BB%CE%B7%CE%BC%CE%BC%CF%8D%CF%81%CE%B5%CF%82>

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=252>



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## ΣΕΙΣΜΟΙ



# **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> ΣΕΙΣΜΟΙ**

### **2.ΣΕΙΣΜΟΙ**

#### **2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ**

#### **2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΕΙΣΜΩΝ**

- 2.2.1 Γήινος σεισμός
- 2.2.2 Τεκτονικοί
- 2.2.3 Ηφαιστειογενείς
- 2.2.4 Εγκατακρημνισιγενείς
- 2.2.5 Κρυσταλλικοί Σεισμοί
- 2.2.6 Τεχνητοί Σεισμοί
- 2.2.7 Μοντέλο των τριών σταδίων

#### **2.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΣΕΙΣΜΩΝ ΤΟΥ ΦΛΟΙΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ**

#### **2.4 ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΑΥΤΩΝ**

- 2.4.1 ΚΥΜΑΤΑ ΧΩΡΟΥ
- 2.4.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΥΜΑΤΑ
- 2.4.3 ΚΛΙΜΑΚΕΣ

#### **2.5 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΞΗΓΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΑΙΝΟΥ**

#### **2.6 ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ**

- 2.6.1 ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΠΛΑΚΩΝ
- 2.6.2 ΡΗΓΜΑΤΑ ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΠΛΑΚΩΝ
- 2.6.3 ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΟΞΟ

#### **2.7 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ**

#### **2.8 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

- 2.8.1. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΩΝ ΣΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

#### **2.9 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ**

- 2.9.1 Τι πρέπει να κάνεις ΑΠΟ ΤΩΡΑ
- 2.9.2 Τι πρέπει να κάνεις ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ του σεισμού
- 2.9.3 Τι πρέπει να κάνετε ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ το σεισμό



## **2.10 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΓΝΩΣΕΙΣ**

## **2.11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

## 2.1 Ορισμός

Ο **σεισμός** ορίζεται ως η αισθητή ανατάραξη της επιφάνειας ενός [\\_ουράνιου σώματος](#) που συνοδεύεται από σεισμικά κύματα που μεταφέρουν την ενέργεια του σεισμού. Σε πλανήτες με στερεό φλοιό, όπως η [Γη](#), οι σεισμοί προκαλούν ανατάραξη της επιφάνειας του φλοιού και ο σεισμός γίνεται έτσι αισθητός από τους ανθρώπους. Ο σεισμός ορίζεται και σε άλλα ουράνια σώματα όπως η [Σελήνη](#), ο [Άρης](#) και ο [Ήλιος](#), σε κάποιο άλλο [άστρο](#), [πλανήτη](#) ή [\\_δορυφόρο πλανήτη](#), σε ένα [\\_αστέρα](#) νετρονίων κλπ. Ο σεισμός σε κάθε τέτοια περίπτωση έχει διαφορετική προέλευση και τα σεισμικά [κύματα](#) μπορεί να είναι διαφορετικού τύπου από τα γήινα ελαστικά, όπως για παράδειγμα τα σεισμικά κύματα ενός μαγνητικού σεισμού σε ένα αστέρα νετρονίων ή [μάγναστρο](#). Τα σεισμικά κύματα, στην περίπτωση που είναι ελαστικά, οδεύουν μεταβάλλοντας την πυκνότητα ή παραμορφώνοντας το σχήμα του μέσου από το οποίο διέρχονται και ταξιδεύουν στο εσωτερικό, στην επιφάνεια ή και στην ατμόσφαιρα ενός πλανήτη σαν τον δικό μας, μεταφέροντας την ενέργεια του σεισμού, η οποία τελικά απορροφάται στο μέσο διάδοσης.

### **ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΣΕΙΣΜΟΣ;**

Σεισμός είναι η δόνηση ή η ξαφνική κίνηση της επιφάνειας της Γης που γεννιέται κατά τη διατάραξη της μηχανικής ισορροπίας των πετρωμάτων από φυσικές αιτίες που βρίσκονται στο εσωτερικό της Γης. Αυτονόητο είναι ότι οι σεισμοί γεννιούνται μόνο μέσα στη λιθόσφαιρα και κατά κύριο λόγο εντοπίζονται στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών. Ο σεισμός στις περισσότερες περιπτώσεις γίνεται αισθητός από την κίνηση του εδάφους. Μπορεί όμως να γίνει αντιληπτός είτε από την ταλάντωση των φωτιστικών σωμάτων ή τη μετατόπιση των αντικειμένων που βρίσκονται στα ράφια ενός σπιτιού.

Όταν συμβεί ένας σεισμός σε μια περιοχή, όλοι μιλούν συνήθως για τα παρακάτω: **Εστία** ή **υπόκεντρο** ονομάζεται το σημείο της λιθόσφαιρας που ξεκινά η διάρρηξη των πετρωμάτων.

**Επίκεντρο** είναι το σημείο που βρίσκεται στην επιφάνεια της Γης, ακριβώς

κατακόρυφα πάνω από την εστία.

**Εστιακό βάθος** είναι η απόσταση της εστίας από το επίκεντρο. Σύμφωνα με την απόσταση αυτή διακρίνονται σε: επιφανειακούς (εστιακό βάθος  $<60\text{km}$ ), ενδιάμεσου βάθους ( $60\text{km} < \text{εστιακό βάθος} < 300\text{km}$ ), και μεγάλου βάθους (εστιακό βάθος  $>300\text{km}$ ). Συνήθως, οι επιφανειακοί σεισμοί είναι και οι πιο καταστροφικοί.

**Σεισμική ακολουθία** είναι το σύνολο των σεισμών που εκδηλώνονται μέσα σε μικρό χρονικό διάστημα σε μία περιοχή. **Κύριος σεισμός**, είναι εκείνος ο σεισμός της ακολουθίας που έχει μεγαλύτερο μέγεθος. Οι σεισμοί που προηγούνται του κύριου σεισμού ονομάζονται **προσεισμοί** και αυτοί που ακολουθούν **μετασεισμοί**. Όταν η σεισμική ακολουθία απαρτίζεται από σεισμούς μικρού μεγέθους χωρίς να ξεχωρίζει κάποιος, τότε έχουμε ένα **σμήνος σεισμών**.

**Ρήγμα** είναι η επιφάνεια κατά τη διεύθυνση της οποίας σπάζει ένα πέτρωμα, όταν ξεπεραστεί το όριο αντοχής του εξαιτίας των λιθοσφαιρικών πλακών.

**Ίχνος ρήγματος** είναι η επιφανειακή εκδήλωση του ρήγματος. Σε ορισμένες δηλαδή περιπτώσεις τα ρήγματα φτάνουν μέχρι την επιφάνεια της Γης και μπορούμε να τα μελετήσουμε απευθείας, αυτό όμως δε συμβαίνει πάντα.



Εικόνα 2.1.1

## 2.2 Κατηγορίες Σεισμών

### ΤΥΠΟΙ ΣΕΙΣΜΩΝ

#### 2.2.1 Γήινος σεισμός

Ο σεισμός στον πλανήτη μας συνήθως προκαλείται από ξαφνική απελευθέρωση συσσωρευμένης ενέργειας στον [\\_φλοιό της Γης\\_](#). Τον αντιλαμβανόμαστε στην επιφάνειά της καθώς μέρος της ενέργειας μεταφέρεται εκεί με τα σεισμικά κύματα. Τα κύματα αυτά διαδίδονται στον φλοιό με ταλαντώσεις των πετρωμάτων και φθάνοντας στην επιφάνεια προκαλούν τις αναταράξεις του εδάφους που αισθανόμαστε. Τα σεισμικά κύματα προκαλούν με τις ταλαντώσεις και διαφορές ηλεκτρικού δυναμικού στα πετρώματα του φλοιού καθώς οδεύουν μέσα από αυτά (- [\\_σεισμικό-ηλεκτρικό\\_](#) φαινόμενο δευτέρου είδους). Άλλη μια εκδήλωση των σεισμών, που προκαλείται από τη μετακίνηση των πετρωμάτων της λιθόσφαιρας, είναι η δημιουργία [τσουνάμι](#) στη [θάλασσα](#) όταν ο σεισμός είναι υποθαλάσσιος και έχει αποτέλεσμα ικανή κατακόρυφη ανάταξη του [βυθού](#). Οι περισσότεροι σεισμοί σχετίζονται με τον [\\_τεκτονικό χαρακτήρα της Γης\\_](#) και ονομάζονται [τεκτονικοί σεισμοί](#). Ένας σεισμός όμως μπορεί να οφείλεται και στο απότομο γλίστρημα ενός [παγετώνα](#).

Ως σεισμός χαρακτηρίζεται και το άμεσο αποτέλεσμα από μία μη φυσική διεργασία, όπως για παράδειγμα μία έκρηξη, μία υπόγεια [\\_πυρηνική δοκιμή\\_](#) ή την τομογράφηση μέρους του φλοιού με σεισμικά κύματα που προκαλούμε με κτυπήματα του εδάφους. Σεισμός μπορεί να παραχθεί και από μία έκρηξη στην 2.3 Κατηγοριοποίηση των σεισμών του φλοιού της Γης ανάλογα με το βάθος τους ατμόσφαιρα της Γης

**2.2.2 Τεκτονικοί** είναι αυτοί που οφείλονται στην αέναη κίνηση στο εσωτερικό της λιθόσφαιρας. Δημιουργούνται εφελκυστικές (απομάκρυνση πλακών) ή συμπιεστικές (σύγκλιση πλακών) δυνάμεις που απελευθερώνουν συσσωρευμένη

ενέργεια και δημιουργούν τελικά σεισμούς. Το 90% του συνόλου των επιφανειακών σεισμών σε παγκόσμιο επίπεδο είναι τεκτονικοί.



Σχήμα 2.2.1

**2.2.3 Ηφαιστειογενείς** χαρακτηρίζονται οι σειμοί που σχετίζονται με ηφαιστειακή δραστηριότητα. Ακολουθούν ή προηγούνται αυτής και μπορεί να έχουν εξίσου καταστροφικές συνέπειες. Στο σύνολο των επιφανειακών σεισμών σε παγκόσμιο επίπεδο οι ηφαιστειογενείς σεισμοί καταλαμβάνουν το 7%.

**2.2.4 Εγκατακρημνισιογενείς** είναι σεισμοί μικρού μεγέθους με τοπικό χαρακτήρα. Είναι αποτέλεσμα εγκατακρήμνισης ορόφων υπογείων κοιλωμάτων (π.χ. σπηλαίων) και αποτελούν το 3% των επιφανειακών σεισμών σε παγκόσμιο επίπεδο.

### 2.2.5 Κρυογενείς Σεισμοί

Υπάρχουν περιπτώσεις σεισμών που συμβαίνουν με την απότομη πτώση της θερμοκρασίας. Το έδαφος συγκρατεί [νερό](#) σε υγρή μορφή. Όταν η [θερμοκρασία](#) του πέσει κάτω από το κρίσιμο σημείο που το υγρό νερό γίνεται πάγος, η διαστολή που προκαλεί η αλλαγή φάσης του νερού συμπιέζει τα πετρώματα και είναι πιθανό να προκληθεί διάρρηξη σε αυτά. Οι επιπτώσεις ενός **κρυονικού σεισμού** (frostquake) δεν είναι σοβαρές, καθώς γίνονται αισθητοί σε ακτίνα ελάχιστων χιλιομέτρων από τον άνθρωπο. Συνοδεύονται από τον κρότο θραύσης και προκαλούν ζημιές σε τσιμεντένιες υποστρώσεις και πλάκες, στο δίκτυο σωληνώσεων και σε υλικά θεμελίωσης που βρίσκονται στη γραμμή θραύσης. Συμβαίνουν συνήθως τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τις κρύες περιόδους του [χειμώνα](#). Επειδή δεν προκαλούνται από τεκτονικά αίτια, είναι σημαντικό να αναγνωρίζονται ως κρυογενείς για να μην εισάγουν σφάλμα στα σεισμολογικά δεδομένα των ρηγμάτων.

### 2.2.6 Τεχνητοί Σεισμοί

Οι τεχνητοί σεισμοί προκαλούνται με εκρήξεις ή χτύπημα της επιφάνειας του γήινου φλοιού. Συνήθως χρησιμοποιούνται για την τομογράφηση του υπεδάφους. Σε μεγάλη κλίμακα είναι δυνατή και η [\\_πρόκληση\\_](#) σεισμών.

### 2.2.7 Μοντέλο των τριών σταδίων

Ο σεισμός εκδηλώνεται με την απότομη ολίσθηση μεταξύ των δύο πλευρών ενός ρήγματος, οι οποίες βρίσκονται σκαλωμένες μεταξύ τους σε σκληρές δομές, τα λεγόμενα asperities. Ένα ρήγμα ικανό να προκαλέσει έναν σημαντικό σεισμό περιβάλλεται γενικά από ένα ετερογενές (διαφορετικό κατά τόπους) και πιο εύθραυστο υλικό. Τα τρία στάδια ως τον σεισμό, σύμφωνα με το αντίστοιχο μοντέλο, είναι τα εξής:

**Στάδιο 1: θραύση του ετερογενούς υλικού που περιβάλλει το κύριο ρήγμα**

Οι τεκτονικές τάσεις δεν μπορούν από την αρχή να επιδράσουν αποτελεσματικά πάνω στο ίδιο το κύριο ρήγμα. Προκαλούν προσεισμούς στο μαλακότερο ετερογενές υλικό που το περιβάλλει. Κατά τη διαδικασία αυτή των προσεισμών ξοδεύεται ενέργεια σε ακίνδυνα σεισμικά γεγονότα, από την ενέργεια που έχει αποταμιευθεί στα στερεά υλικά λόγω της [παραμόρφωσης](#) που έχουν υποστεί από τις τεκτονικές τάσεις. Κατά τις θραύσεις αυτές στην περιοχή που περιβάλλει το ρήγμα εκπέμπεται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία [VHF](#) ([συχνότητες](#) MHz). Η εκπομπή αυτή ξεκινά συνήθως μια εβδομάδα πριν την εκδήλωση του σεισμού και διαρκεί όσο γίνονται θραύσεις (προσεισμοί) στο ετερογενές υλικό που περιβάλλει το ρήγμα.

## **Στάδιο 2: θραύση των asperities**

Η θραύση των asperities, *εάν και όταν αυτή συμβεί*, φανερώνεται από την εκπομπή ισχυρής ακολουθίας ηλεκτρομαγνητικών παλμών που εμπίπτει στη περιοχή των [VLF](#) (συχνότητες kHz). Η εκπομπή αυτή εμφανίζεται από μερικές δεκάδες ώρες ως και μία ώρα πριν τον σεισμό. Κατά τη θραύση των asperities (λόγω της οποίας παράγεται η VLF ακτινοβολία) το σύστημα χαρακτηρίζεται από «θετική ανάδραση», δηλαδή έχει εκτραπεί σε κατάσταση μη ισορροπίας· η θραύση της μιας σκληρής δομής [ανατροφοδοτεί](#) τη θραύση της επόμενης (φαινόμενο [χιονοστιβάδας](#)). Η διαδικασία της διαδοχικής θραύσης των asperities είναι σχετικά αργή. Έτσι η παραγωγή της VLF ακτινοβολίας έχει μεγάλη σχετικά διάρκεια, της τάξης των αρκετών ωρών, γεγονός που επιτρέπει την εφαρμογή ποικίλων [στατιστικών](#) και άλλων μεθόδων που τεκμηριώνουν τη σύνδεση της ακτινοβολίας αυτής με τη θραύση των asperities και τη διακρίνουν με ασφάλεια από τον [HM θόρυβο](#). Όταν όλα τα σκληρά σημεία στα οποία το ρήγμα μένει σκαλωμένο έχουν σπάσει, σταματά και η εκπομπή VLF και αρχίζει ηλεκτρομαγνητική ησυχία. Η δημιουργία του σεισμού είναι αναπόφευκτη.

## **Στάδιο 3: σχηματισμός λιπαντικού στρώματος**

Στο τρίτο στάδιο έχουν σταματήσει οι θραύσεις και των asperities και υπάρχει πλήρης ηλεκτρομαγνητική ησυχία[14]. Ο σεισμός θα ακολουθήσει σε ελάχιστο χρόνο, ως το πολύ σε μερικές ώρες. Στο στάδιο αυτό αρχίζει να αναπτύσσεται ένα «[λιπαντικό](#) στρώμα» μεταξύ των πλευρών του ρήγματος, από το [κονιορτοποιημένο](#) υλικό που έχει προκύψει από τη θραύση των asperities[12]. Κατά τον σχηματισμό του λιπαντικού στρώματος η σκληρή σκόνη με την [ακανθώδη](#) υφή λειαινείται αποκτώντας ικανότητα κύλισης. Το κονιορτοποιημένο υλικό - λιπαντικό δρα σαν σύνολο [ρουλεμάν](#) που [οργανώνεται](#) έτσι ώστε μετά από κάποιον χρόνο να οδηγήσει στο γλίστρημα των δύο πλευρών του ρήγματος με [υπερηχητική](#) ταχύτητα, στη γέννηση δηλαδή του σεισμού. Ο σχηματισμός και η οργάνωση του λιπαντικού στρώματος δεν συνοδεύεται από σημαντικό [σπάσιμο](#) [δεσμών](#) του υλικού και έτσι δεν ανιχνεύεται εκπομπή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στο καταληκτικό στάδιο της δημιουργίας του σεισμού. Η ηλεκτρομαγνητική ησυχία είναι το τελευταίο πρόδρομο φαινόμενο του επερχόμενου σεισμού.

### **2.3 Κατηγοριοποίηση των σεισμών του φλοιού της Γης ανάλογα με το βάθος τους**

Επίκεντρο και υπόκεντρο ενός σεισμού.

Η ακριβής θέση στην οποία συμβαίνει ένας σεισμός ονομάζεται **εστία**. Αν η εστία θεωρηθεί ως σημείο, αυτό ονομάζεται **υπόκεντρο**. Η [προβολή](#) του υποκέντρου στην επιφάνεια της Γης, ονομάζεται **επίκεντρο**. Ανάλογα με την απόσταση του υποκέντρου από την επιφάνεια της Γης (εστιακό βάθος, EB), οι σεισμοί χαρακτηρίζονται ως:

- 2      Επιφανειακοί ή σεισμοί μικρού βάθους (0 – 30 km)
- 3      Σεισμοί ενδιάμεσου βάθους (30 – 70 km)
- 4      Σεισμοί μεγάλου βάθους (άνω των 70 km)

Το εστιακό βάθος είναι σημαντικό χαρακτηριστικό ενός σεισμού, ως προς τις καταστροφές που αυτός μπορεί να επιφέρει στις ανθρώπινες κατασκευές. Π.χ. ένας επιφανειακός σεισμός μεγέθους 6,5 [Ρίχτερ](#) είναι καταστρεπτικότερος από ένα

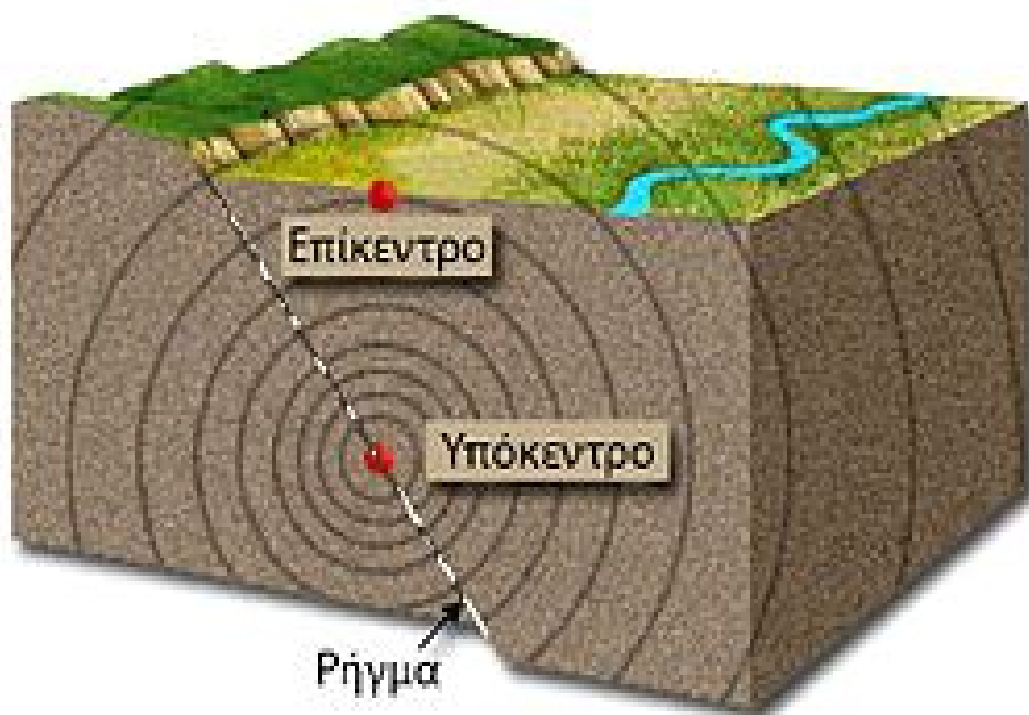


σεισμό ενδιάμεσου βάθους μεγέθους 6,9 Ρίχτερ. Αυτό συμβαίνει για δύο κυρίως λόγους:

- Όσο αυξάνεται το βάθος, αυξάνεται και η απόσταση μεταξύ εστίας και επιφανείας της Γης, επιφέροντας έτσι εξασθένηση στα σεισμικά κύματα.
- Η διασπορά των σεισμικών κυμάτων είναι μεγαλύτερη.

Το μεγαλύτερο εστιακό βάθος που έχει καταγραφεί είναι 750 km και είναι το σημείο όπου ο γήινος φλοιός καταβυθίζεται στον ανώτερο [μανδύα](#).

Το όργανο που χρησιμοποιούμε για την μέτρηση των σεισμικών δονήσεων στην επιφάνεια του εδάφους ή του θαλάσσιου πυθμένα στον Γήινο φλοιό ονομάζεται [σεισμόμετρο](#). Ένα σεισμόμετρο με εγγενή δυνατότητα καταγραφής των δονήσεων ονομάζεται [σειсмоγράφος](#) και ο όρος έχει παραμείνει σε καθημερινή χρήση και σήμερα, παρόλο που πλέον τα σήματα μεταδίδονται μέσω τηλεπικοινωνιακών δικτύων και καταγράφονται σε μεγάλη απόσταση από τους αισθητήρες μέτρησης



Σχήμα 2.3.1

## **2.4 ΣΕΙΣΜΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΙΔΗ ΑΥΤΩΝ**

Η ενέργεια που παράγεται κατά τη διάρκεια ενός σεισμού διαδίδεται με τα σεισμικά κύματα. Μετρώντας τα χαρακτηριστικά των κυμάτων είναι δυνατή η εκτίμηση του μεγέθους και της έντασης του σεισμού.

### **2.4.1 ΚΥΜΑΤΑ ΧΩΡΟΥ**

*Επιμήκη-Πρωτεύοντα κύματα* (P Waves) είναι ο πρώτος παλμός ενέργειας του σεισμού, με τη μεγαλύτερη ταχύτητα και φτάνουν πρώτα στα όργανα μέτρησης του, για αυτόν το λόγο ονομάζονται και πρωτεύοντα. Διατρέχουν όλη τη γη από τα επιαφενειακά στρώματα μέχρι τον πυρήνα. Κατά τη διάδοση τους όλα τα υλικά σημεία των πετρωμάτων ταλαντώνονται κατά διεύθυνση παράλληλη προς τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος δημιουργώντας διαδοχικά πυκνώματα και αραιώματα.

*Εγκάρσια-Δευτερεύοντα κύματα* (S Waves). Τα κύματα αυτά ακολουθούν τα επιμήκη και ταξιδεύουν δύο φορές αργότερα από τα τελευταία, για αυτό ονομάζονται και δευτερεύοντα. Διατρέχουν όλη τη γη από τα επιαφενειακά στρώματα μέχρι τον πυρήνα. Κατά τη διάδοσή τους τα υλικά σημεία των πετρωμάτων ταλαντώνονται κάθετα προς τη διεύθυνση μετάδοσης του κύματος, μεταβάλλοντας έτσι τη μορφή των πετρωμάτων. Λόγω του μεγάλου πλάτους τους επιφέρουν ισχυρή μετακίνηση εδάφους.

### **2.4.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΑ ΚΥΜΑΤΑ**

Τα επιφανειακά κύματα διαδίδονται μόνο μέσω της κρούστας της Γης και είναι χαμηλότερης συχνότητας από τα κύματα χώρου, και έτσι διακρίνονται ευκολότερα από το σειсмоγράφο. Αν και ακολουθούν τα κύματα χώρου, αυτά είναι στην ουσία υπεύθυνα για τις ζημιές και τις καταστροφές που επιφέρουν οι σεισμοί.

Τα **Κύματα Love** (L Waves) είναι τα γρηγορότερα από τα επιφανειακά και κινούν το έδαφος οριζόντια. Δημιουργούν δηλαδή πλευρικές κινήσεις τις επιφάνειας του εδάφους. Ταξιδεύουν αργά από τη σεισμική πηγή αλλά είναι πολύ καταστρεπτικά, σε αυτά οφείλονται οι καταρρεύσεις κτιρίων.



Σχήμα 2.4.1

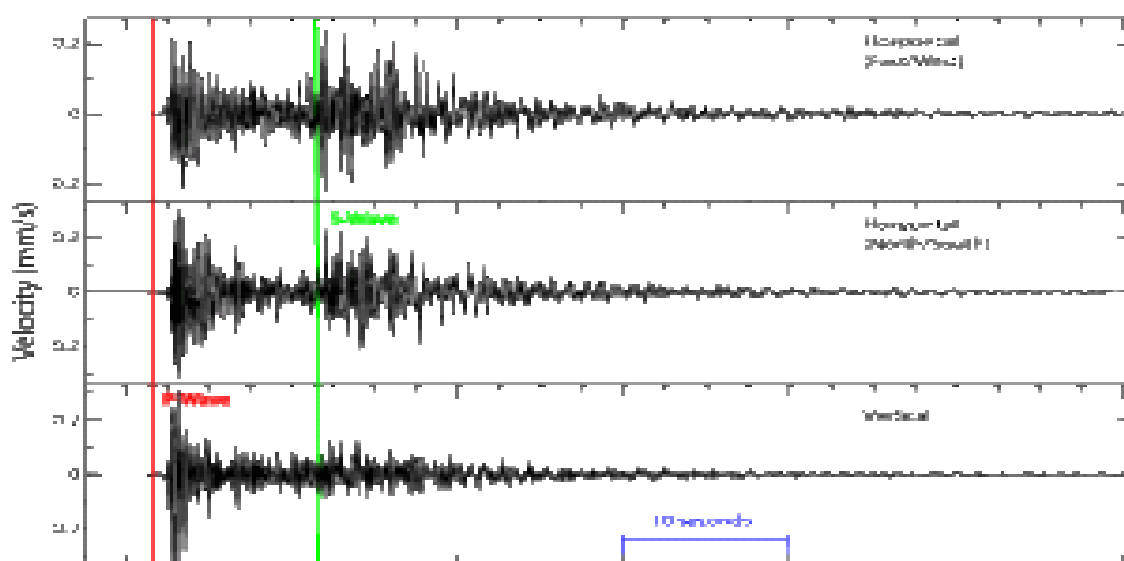
Τα **Κύματα Rayleigh** (R Waves) είναι τα πιο αργά και τα πιο περίπλοκα. Η κίνηση τους θυμίζει αυτή των θαλάσσιων κυμάτων. Κυλά και κινεί το έδαφος πάνω, κάτω, δεξιά και αριστερά στη ίδια κατεύθυνση με το κύμα. Το μεγαλύτερο μέρος του τινάγματος που γίνεται αισθητό σε ένα σεισμό οφείλεται στο κύμα Rayleigh. και μόνιμα εγκατεστημένοι σειсмоγράφοι αλλά και Τα όργανα καταγραφής των σεισμικών δονήσεων ονομάζονται [σειсмоγράφοι](#). Την καταγραφή της κίνησης την ονομάζουμε **σεισμόγραμμα**. Υπάρχουν φορητοί οι οποίοι τοποθετούνται σε μια περιοχή αν υπάρξει αυξημένη σεισμική δραστηριότητα. Στην Ελλάδα το πρώτο όργανο καταγραφής σεισμικής δραστηριότητας τοποθετήθηκε στο Αστεροσκοπείο Αθηνών το 1898, ενώ το 1910 εγκαταστάθηκε το πρώτο σεισμόμετρο.

## Σειсмоγράφος Σεισμόγραμμα

### 2.4.3 ΚΛΙΜΑΚΕΣ

Η **Κλίμακα Richter** υπολογίζει το τοπικό μέγεθος του σεισμού. Για την ακρίβεια μετρά την ενέργεια που εκλύεται κατά τη σεισμική μετακίνηση. Την επινόησε ο Αμερικανός σεισμολόγος Charles Richter από τον οποίο πήρε και το όνομάτης. Σεισμοί με μέγεθος μικρότερο των 4,0 Ρίχτερ δεν προκαλούν συνήθως ζημιές, ενώ αυτοί με μέγεθος μικρότερο των 2,0 Ρίχτερ δεν γίνονται αισθητοί. Αντίθετα εκείνοι με μέγεθος μεγαλύτερο των 5,0 Ρίχτερ μπορούν να προκαλέσουν καταστροφές. Αν και δεν έχει ανώτατο όριο, δεν έχουν παρατηρηθεί σεισμοί άνω των 10R.

Με την **κλίμακα Mercalli** μετράται η ένταση του σεισμού. Ένταση είναι το μέτρο των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων, των επιπτώσεων δηλαδή στον άνθρωπο και στις κατασκευές του. Είναι μια δωδεκαβάθμια εμπειρική κλίμακα και είναι προφανές πως σε μία ακατοίκητη περιοχή δεν είναι δυνατό να μετρηθεί ο σεισμός σε κλίμακα Mercalli. Ακόμη η ένταση ενός σεισμού είναι διαφορετική από περιοχή σε περιοχή και εξαρτάται από το μέγεθος του σεισμού, χαρακτηριστικά εστίας, είδος κατασκευών κ.τ.λ.



Σχήμα 2.4.3.1

## 2.5 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΞΗΓΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΑΙΝΟΥ

Μία σύντομη αναδρομή στο παρελθόν μας πληροφορεί πως σχετικές με την ερμηνεία του σεισμού έρευνες ξεκίνησαν μετά το 1500. Γύρω στα 1550-1850 πραγματοποιούνται έρευνες και διατυπώνονται διάφορες απόψεις, όπως ότι οι σεισμοί είναι αποτέλεσμα εκρήξεων αερίων στο εσωτερικό της Γης. Κυριαρχούσε η θεωρία των εκρήξεων αερίων που παράγονται με χημικές ενώσεις. Αργότερα, στα 1800 πίστευαν πως οι σεισμοί είναι αποτέλεσμα ηλεκτρικών εκκενώσεων. Προς τα τέλη του 18ου αιώνα αναπτύχθηκε η θεωρία που ουσιαστικά ισχύει ως σήμερα. Η θεωρία αυτή προέβλεψε την κυματική φύση των σεισμών και τα δύο είδη κυμάτων.

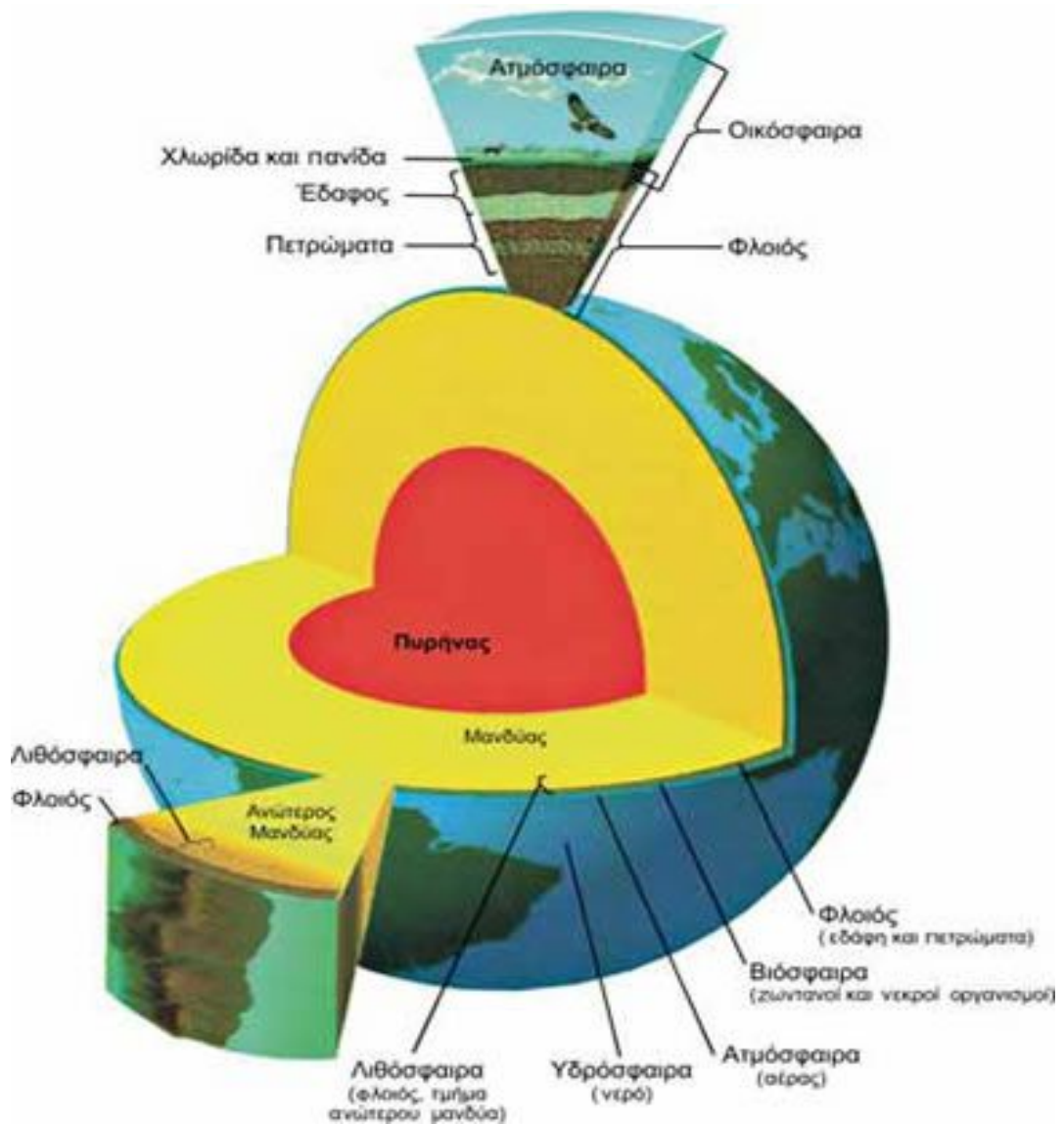
## ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΗΣ ΓΗΣ

Τη Γη αποτελούν τρία ομόκεντρα στρώματα, διαφορετικά ως προς τη σύσταση και την πυκνότητα τους, ο **φλοιός**, ο **μανδύας** και ο **πυρήνας**, με συνολικό πάχος 6.370km.

Ο **φλοιός** είναι η εξωτερική στοιβάδα της Γης. Υπάρχουν δύο είδη φλοιού, ο ηπειρωτικός και ο ωκεάνιος με διαφορές ως προς το πάχος και τη σύσταση. Ο πρώτος, έχει μέσο πάχος περίπου 35km, κάτω όμως από οροσειρές μπρεί να φτάσει και τα 60-70km. Το μέσο πάχος στη δεύτερη περίπτωση είναι 7km.

Ο **μανδύας** είναι το αμέσως επόμενο στρώμα και φτάνει έως και τα 2.900km.

Χωρίζεται σε άνω και κάτω μανδύα με διαφορετική σύνθεση ο καθένας. Η επιφάνεια που βρίσκεται ανάμεσα στο φλοιό και το μανδύα ονομάζεται ασυνέχεια *Mohorovicic*. Ο **πυρήνας** είναι το τελευταίο στρώμα και φτάνει έως το κέντρο της Γης. Διακρίνεται σε εξωτερικό (ρευστή κατάσταση) και σε εσωτερικό (στερεή κατάσταση). Χωρίζεται από το μανδύα με την ασυνέχεια *Gutenberg*.



Σχήμα 2.5.1

## 2.6 ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ

**Λιθόσφαιρα** είναι το δύσκαμπτο εξωτερικό σρώμα της Γης που περιλαμβάνει το φλοιό και μέρος του στερεού ανώτερου μανδύα. Το πάχος της λιθόσφαιρας εξαρτάται από το πάχος του φλοιού, στις ωκεάνιες περιοχές π.χ. είναι περίπου 80km ενώ στις ηπειρωτικές αγγίζει έως και τα 150km. Η λιθόσφαιρα δεν είναι ενιαία, αλλά την απαρτίζουν επτά μεγάλες πλάκες: Αφρικανική, Ευρασιατική, Ινδο-Αυστραλιανή, Ανταρκτική, πλάκα του Ειρηνικού, Βορειο-Αμερικανική,

Νοτιο-Αμερικανική, αλλά και άλλες μικρότερες. Οι πλάκες αυτές λέγονται λιθοσφαιρικές.

Ως *Ασθενόσφαιρα* χαρακτηρίζεται το αμέσως επόμενο στρώμα και εκτείνεται έως το βάθος των 700km. Η ασθενόσφαιρα αποτελείται από αρκετά θερμό και εύκαμπτο υλικό παρουσιάζοντας έτσι υψηλή κινητικότητα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι λιθοσφαιρικές πλάκες να ολισθαίνουν πάνω σε αυτό και να πραγματοποιούν σχετικές κινήσεις

Η κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών είναι ουσιαστικά αποτέλεσμα μιας συνεχούς κυκλικής κίνησης στο μανδύα. Θερμό υλικό ανεβαίνει ψύχεται και βυθίζεται πάλι, με ταχύτητες λίγων εκατοστών το χρόνο. Αυτά τα *θερμικά ρεύματα μεταφοράς* που κινούνται οριζόντια κάτω από τον πυθμένα των πλακών, αναγκάζουν τις πλάκες να κινηθούν.

### **2.6.1 ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΛΙΘΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΠΛΑΚΩΝ**

#### ***Απόκλιση λιθοσφαιρικών πλακών.***

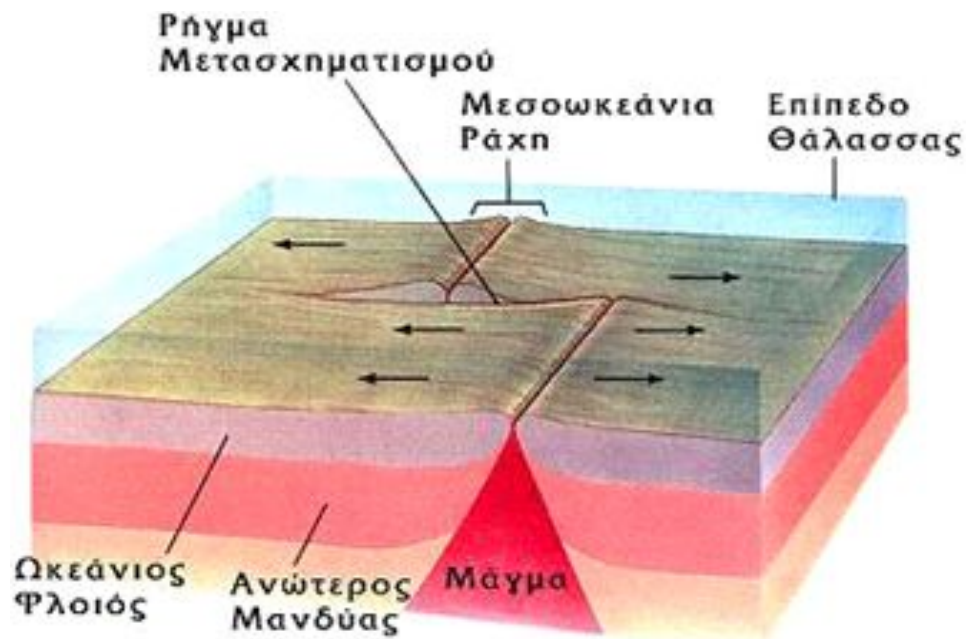
Η διαδικασία αυτή συντελείται στις μεσοωκεάνιες ράχεις (υποθαλάσσιες ράχεις) και έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση δύο λιθοσφαιρικών πλακών. Τότε θερμό ασθενοσφαιρικό υλικό ανεβαίνει στην επιφάνεια, ψύχεται, στερεοποιείται και δημιουργεί νέα λιθόσφαιρα. Χαρακτηριστική μεσοωκεάνια ράχη είναι αυτή του Ατλαντικού Ωκεανού.

#### **Σύγκλιση λιθοσφαιρικών πλακών.**

Στην περίπτωση αυτή δύο λιθοσφαιρικές πλάκες συγκλίνουν και η πυκνότερη βυθίζεται κάτω από την άλλη. Η πρώτη λιώνει στο θερμό μανδουακό υλικό και έτσι τα ελαφρότερα μέρη της ανεβαίνουν στην επιφάνεια και δημιουργούν *ηφαίστεια*. Η περιοχή αυτή ονομάζεται *ζώνη καταβύθισης* και δημιουργούνται *μεσοωκεάνιες τάφροι*. Χαρακτηριστική περίπτωση σύγκλισης πλακών είναι αυτή της Αφρικανικής με τη την Ευρασιατική, όπου η Αφρικανική ως πυκνότερη βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική.

## 2.6.2 Ρήγματα μετασχηματισμού

Υπάρχουν περιοχές όπου μία πλάκα ολισθαίνει οριζόντια σε σχέση με την άλλη χωρίς να συγκρούονται ή να απομακρύνονται. Η κίνηση γίνεται κατά μήκος κατακόρυφων ρηγμάτων μετασχηματισμού. Εδώ οι σεισμοί είναι συχνό φαινόμενο.



Σχήμα 2.6.1

## 2.6.3 ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΟΞΟ

Βασικό τοκτονικό γνώρισμα του ελληνικού χώρου είναι το **ελληνικό τόξο**. Το ελληνικό τόξο αποτελεί όριο επαφής μεταξύ δύο μεγάλων λιθοσφαιρικών πλακών: της Ευρασιατικής και της Αφρικανικής. Οι δύο πλακες συγκλίνουν και λόγω μεγαλύτερης πυκνότητας της Αφρικανικής, αυτή βυθίζεται κάτω από την πλάκα του Αγαίου.

Το τόξο αποτελείται από τα εξής:

Η **τάφρος** είναι μια σειρά από βαθιές θαλάσσιες λεκάνες που απλώνεται από την Κεφαλονιά έως τη Ρόδο. Δημιουργείται κατά μήκος της επαφής των δύο πλακών. Το βαθύτερο της σημείο εντοπίζεται νοτιοδυτικά της Πελοποννήσου και φτάνει



περίπου τα 4500m.

Το **νησιωτικό τόξο** αποτελεί μία σειρά ελληνικών νησιών όπως Ρόδος, Κρήτη, Κύθηρα και είναι τοποθετημένη παράλληλα και σε κοντινή απόσταση από την τάφρο. Το τόξο δημιουργείται από την παραμόρφωση και ανύψωση πετρωμάτων.

Η **οπισθόταφρος** είναι μία θαλάσσια λεκάνη μικρότερη από την τάφρο. Βρίσκεται μπροστά από το νησιωτικό τόξο και πάνω στην Ευρασιατική πλάκα.

Τέλος, το **ηφαιστειακό τόξο** αποτελούν διαδοχικά ηφαίστεια όπως Σουσακι, Μέθανα, Μήλος, Σαντορίνη Νίσυρος, άλλα ενεργά και άλλα ανενεργά. Η δημιουργία τους οφείλεται στο λιωμένο υλικό της Αφρικανικής πλάκας που βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική. βρίσκεται σε μία απόσταση 120km από το νησιωτικό τόξο.



Σχήμα 2.6.2

## 2.7 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η γενική εικόνα που προκύπτει από τις πηγές είναι ότι στα ιστορικά χρόνια από σεισμούς έπασχε κυρίως η Πελοπόννησος, και ιδιαίτερα η Λακωνική, η Λοκρίδα και το ΝΑ Αιγαίο. Η Λακωνία ονομαζόταν εύσειστος και καιετάεσσα από τους καιετούς (χάσματα) που υπήρχαν εκεί. Γνωστός είναι ο μεγάλος σεισμός της Σπάρτης το θέρος του 464 π.Χ. Η σφοδρότητά του ήταν ασύλληπτη. Οι κορυφές του Ταϋγέτου απερράγησαν και άνοιξαν χάσματα σε διάφορα σημεία. Στο γυμνάσιο λίγο πριν από τον σεισμό ασκούνταν έφηβοι και νεανίσκοι, όταν παρουσιάστηκε ένας λαγός.

Οι νεανίσκοι βγήκαν να τον κυνηγήσουν και σώθηκαν ενώ οι έφηβοι που παρέμειναν μέσα σκοτώθηκαν με την κατάρρευση του κτιρίου. Ο κοινός τάφος τους ονομάστηκε Σεισματίας. Καθώς οι δονήσεις διήρκεσαν μέρες και ήταν συνεχείς και ισχυρές, όλα τα σπίτια γκρεμίστηκαν εκ θεμελίων και αναφέρονται πάνω από 20.000 θύματα. Η ολοκληρωτική καταστροφή θεωρήθηκε ότι οφειλόταν στην οργή του Ποσειδώνας, που προκάλεσαν οι Σπαρτιάτες γιατί είχαν αποσπάσει από τον βωμό του στο Ταίναρο και θανατώσει είλωτες καταδικασμένους σε θάνατο, που είχαν καταφύγει σ' αυτό το φημισμένο άσυλο. Η τιμωρία ήρθε σύντομα: ου μετά πολύ εσείσθη σφίσιν η πόλις συνεχί τε ομού και ισχυρώ τω σεισμό ώστε οικίαν μηδαμίαν των εν Λακεδαίμονι αντισχείν.

Ολόκληρη την πόλη σώριασε στο έδαφος ο **Ποσειδών Ταινάριος** (εσ έδαφος την πόλιν πάσαν κατέβαλεν ο θεός). Η καταστροφή όμως αποτέλεσε ευκαιρία γενίκευσης της αρχικά περιορισμένης εξέγερσης των ειλώντων, που αποφάσισαν αιφνιδιάζοντας τους επιζώντες να κυριεύσουν την πόλη. Η Σπάρτη σώθηκε χάρη στην αντίδραση του βασιλιά Αρχιδάμου, που κατάφερε να συγκεντρώσει και να παρατάξει για μάχη τους Σπαρτιάτες που προσπαθούσαν να βγάλουν από τα ερείπια ό,τι πολύτιμο είχαν. Πάντως, οι πλείοι των δισμυρίων νεκροί προκάλεσαν στο δημογραφικό πρόβλημα της Σπάρτης σοβαρότατες επιπτώσεις, εμφανείς για περισσότερο από μία γενιά, ως κριτήριο των στρατιωτικών της επιλογών. Τον χειμώνα του 427 π.Χ., όταν η Αθήνα μαστιζόταν από τον λοιμό, έγιναν πολλοί

σεισμοί στην Αθήνα, στην Εύβοια και στη Βοιωτία και πιο δυνατοί στον βοιωτικό Ορχομενό. Το επόμενο θέρος, ενώ οι Πελοποννήσιοι είχαν προχωρήσει ως τον Ισθμό για να εισβάλουν στην Αττική, ισχυροί σεισμοί τούς ανάγκασαν να γυρίσουν πίσω.

Τότε οι Οροβιές, στο ΒΔ άκρο της Εύβοιας, κατά την εξιστόρηση του Θουκυδίδη, κατακλύστηκαν από τεράστιο κύμα και όσοι δεν πρόφθασαν να καταφύγουν στα υψώματα σκοτώθηκαν, ενώ τμήμα της ξηράς καταποντίστηκε. Το κύμα παρέσυρε και τμήμα του αθηναϊκού τείχους στο νησάκι Αταλάντη της Λοκρίδος, όπου κομμάτιασε μία από τις δύο αθηναϊκές τριήρεις που ήταν τραβηγμένες στην ξηρά. Στην αντικρινή Πεπάρηθο (Σκόπελο) εγένετο κύματος επαναχώρησις και καταστράφηκε τμήμα του τείχους, το πρυτανείο και οικίες. Ο Στράβων περιγράφει τις συνέπειες ενός φοβερού σεισμού στην περιοχή Εύβοιας και Λοκρίδος. Οι θερμές πηγές της Αιδηψού και των Θερμοπυλών στέρεψαν για τρεις μέρες. Στους Ωρεούς (Βόρεια Εύβοια) κατέρρευσαν επτακόσιες οικίες και το παραθαλάσσιο τείχος.

Η Σκάρφεια καταστράφηκε εκ θεμελίων, χίλιοι επτακόσιοι άνθρωποι σκοτώθηκαν, ενώ στο Θρόνιον περίπου εννιακόσιοι. Καταστροφές έγιναν στον Εχίνο, στα Φάλαρα, στην Ηράκλεια, στη Λαμία και στη Λάρισα. Το τείχος της Ελάτειας ράγισε και στην Αταλάντη δημιουργήθηκε ρήγμα. Μια τριήρης τινάχτηκε από τα νεώρια και έπεσε πέρα από το τείχος. Τον χειμώνα του 373 π.Χ. έγινε στον Κορινθιακό ο καταστρεπτικότερος ίσως σεισμός της ελληνικής ιστορίας, ενώ στην Αθήνα ήταν άρχων ο Αστειός. Χάθηκαν δύο σπουδαίες πόλεις: η **Ελίκη** (περί τα 7 χιλιόμετρα ΝΑ του Αιγίου) και η **Βούρα**. Τότε καταστράφηκε και ο ναός του Απόλλωνος στους Δελφούς.

Ο σεισμός αποδόθηκε στην οργή του Ποσειδώνα που είχαν προκαλέσει οι Ελικαείς γιατί σκότωσαν ίωνες ικέτες που κατέφυγαν στο ιερό του Ελικωνίου Ποσειδώνας. Πέντε μέρες προ του καταποντισμού τα ζώα εγκατέλειψαν το έδαφος της Ελίκης. Ο τρομερός σεισμός έγινε ξαφνικά και νύχτα, και ταυτόχρονα η ξηρά κατακλύστηκε από τη θάλασσα και η Ελίκη που απείχε 12 στάδια, δηλαδή 2,16 χιλιόμετρα από τη

θάλασσα παρασύρθηκε αύτανδρη. Από το άλσος του Ποσειδώνος φαίνονταν μόνο οι κορφές των δέντρων. Κατά τον Ερατοσθένη, το χάλκινο άγαλμα του Ποσειδώνος, που κρατούσε ιππόκαμπο, βρισκόταν όρθιο στον βυθό ενάμιση αιώνα αργότερα και έσκιζε τα δίχτυα των ψαράδων.

Δέκα λακωνικά πλοία αγκυροβολημένα εκεί βυθίστηκαν. Οι δύο χιλιάδες άνδρες που έστειλαν οι Αχαιοί για βοήθεια δεν κατόρθωσαν ούτε να περισυλλέξουν τους νεκρούς. Από τη Βούρα, που απείχε 40 στάδια (7,2 χιλιόμετρα) από τη θάλασσα, σώθηκαν μόνον όσοι έλειπαν από την πόλη. Ο σεισμός που κατέστρεψε τη Ρόδο περί το 226 π.Χ. μεταξύ των άλλων καταστροφών τσάκισε στα γόνατα και τον περίφημο κολοσσό ύψους 32 μ. και τον ξάπλωσε στο έδαφος. Σημαντική βοήθεια ήρθε τότε στη Ρόδο από διάφορα σημεία: **ο Ιέρων των Συρακουσών** έστειλε έξι τάλαντα αργύρου (περίπου 155 κιλά) και αργυρούς λέβητες για την ανοικοδόμηση του τείχους, παρείχε δε ατέλεια στα πλοία της Ρόδου. Οι παρόμοιες καταστροφές δεν αντιμετωπίζονταν πάντα με πνεύμα αλληλεγγύης.

Περί το 411 π.Χ., που η **Κως** είχε γκρεμιστεί συθέμελα από ισχυρό σεισμό, το μεγαλύτερο απ' όσους θυμόμαστε όπως γράφει ο Θουκυδίδης και οι κάτοικοί της είχαν καταφύγει στα βουνά, ο **Λακεδαιμόνιος Αστύοχος** που περνούσε από εκεί με μερικά πλοία λεηλάτησε πλήρως το νησί, αφήνοντας πίσω μόνο τους ελεύθερους πολίτες που δεν εξανδραπόδισε. Οι παραπάνω σεισμοί αναφέρονται στις πηγές μεταξύ των καταστρεπτικότερων της αρχαίας ελληνικής ιστορίας. Το ολέθριο έργο του χθόνιου Ποσειδώνα που έσειε τη γη συμπληρωνόταν από γιγάντια κύματα που ύψωνε ο ίδιος ως κυρίαρχος της θάλασσας, καταστρέφοντας ή και βυθίζοντας ολόκληρες πόλεις.

Με αφορμή τον σεισμό στην Ιαπωνία που σε συνδυασμό με το τσουνάμι που προκάλεσε, σάρωσε τα πάντα στο πέρασμά του, δείτε ένα μεγάλο ιστορικό αφιέρωμα με αντίστοιχους φονικούς σεισμούς που συγκλόνισαν τον πλανήτη σύμφωνα με το “The Geological Society” του Λονδίνου.

**1906** ΗΠΑ (California, San Francisco) – 7,8 ρίχτερ – Νεκροί: 3.000



*Δείτε Περισσότερα:*

<http://www.otherside.gr/2011/03/fonikoi-seismoι-istoriki-anadromi/#ixzz3SwZdJ9IM>

**1908** Ιταλία (Messina) – 7,5 ρίχτερ – Νεκροί: 25.926



**1923** Ιαπωνία (Τοkyo-Υοκοhama) – 8,3 ρίχτερ – Νεκροί: 142.800



**1936** Πακιστάν (Quetta) – 7,5 ρίχτερ – Νεκροί: 35.000



**1939** Χιλή (Concepcion) – 8,3 ρίχτερ – Νεκροί: 28.000



*Δείτε Περισσότερα:*

<http://www.otherside.gr/2011/03/foinikoi-seismo-i-istoriki-anadromi/#ixzz3SwZE1Y33>

**1939** Τουρκία (Erzincan) – 8,0 ρίχτερ – Νεκροί: 36.740



**1960** Μαρόκο (Agadir) – 5,9 ρίχτερ – Νεκροί: 12.000



**1970** Περού (Chimbote) – 7,7 ρίχτερ – Νεκροί: 67.000





**1976** Κίνα (Tangshan) – 8,0 ρίχτερ – Νεκροί: 290.000



**1976** Γουατεμάλα (Guatemala City) – 7,5 ρίχτερ – Νεκροί: 22.084



**1985** Μεξικό (Mexico City) – 8,1 – Νεκροί: 10.000



**1988** Αρμενία (Spitak) – 6,9 ρίχτερ – Νεκροί: 25.000

**1989** ΗΠΑ (California, San Francisco) – 7,0 ρίχτερ – Νεκροί: 68

**1995** Ιαπωνία (Kobe) – 7,2 ρίχτερ – Νεκροί: 6.348

**1999** Τουρκία (Kocaeli) – 7,4 ρίχτερ – Νεκροί: 19.118

**2004** Ινδικός Ωκεανός – 9,2 ρίχτερ & Τσουνάμι – Νεκροί: 230.000

**2008** Σιτσουάν – 8,0 νεκροί – Νεκροί: 68.000

**2010** Χιλή (Maule Region) – 8,8 ρίχτερ – Νεκροί: 486

**2011** Ιαπωνία – 8,9 ρίχτερ & Τσουνάμι – Νεκροί: ...

## 2.8 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 2.8 1. Επιπτώσεις σεισμών στο φυσικό περιβάλλον

*Επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον*



**Σχημα 2.8.1**

Ο σεισμός μπορεί να διαταράξει την καθημερινή ζωή δημιουργώντας σημαντικά προβλήματα:

-Σε δίκτυα όπως:

- οδικό (καταστροφή δρόμων, γεφυρών κτλ.)

- σιδηροδρομικό (καταστροφή γραμμών)
- τηλεπικοινωνιακό
- ηλεκτρικό
- ύδρευσης

-Σε κατοικίες, διάφορα κτίρια και άλλες κατασκευές

-Στο φυσικό περιβάλλον – κατολισθήσεις, ρευστοποιήσεις, καθιζήσεις, διακλάσεις, τσουνάμι κ.α.



**Σχήμα 2.8.2**

Η κατολίσθηση είναι γεωλογικό φαινόμενο κατά το οποίο γεώδεις ή βραχώδεις μάζες ξεκολλούν απότομα ή σιγά σιγά από τις πλαγιές των βουνών και γλιστρούν προς τα κάτω με μικρή ή μεγάλη ταχύτητα. Οι κατολισθήσεις στην Ελλάδα είναι δυστυχώς πολύ συχνές.

Η ρευστοποίηση είναι η μετάβαση ενός σώματος από τη στερεή κατάσταση στη ρευστή, δηλαδή σε υγρή ή αέρια.

Η καθίζηση είναι γεωλογικό φαινόμενο κατά το οποίο ορισμένα κομμάτια του στερεού φλοιού της γης καταβυθίζονται σε χαμηλότερα επίπεδα.

Οι διακλάσεις είναι οι οριζόντιες και κατακόρυφες ρωγμές που σχηματίζονται κατά μήκος διάφορων πετρωμάτων τα οποία διασχίζονται από αυτές σε μεγάλες αποστάσεις.

Σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις, μπορεί ένα σεισμό να ακολουθήσει μια πυρκαγιά, προκαλώντας μεγαλύτερα προβλήματα από αυτά που έχει προκαλέσει ο ίδιος ο σεισμός! Επίσης, δεν είναι σπάνια η εμφάνιση πλημμύρας εξαιτίας βλαβών στα δίκτυα ύδρευσης, καταστροφής φραγμάτων ή αλλαγής της ροής ποταμών.

Ο σεισμός δημιουργεί στους ανθρώπους ένα αίσθημα πανικού και ανασφάλειας για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ιδίως όταν το επίκεντρό του είναι κοντά σε κατοικημένες περιοχές προκαλεί σοβαρά προβλήματα και εκτεταμένες ζημιές σε διάφορες κατασκευές. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που οι καταστροφές αυτές γίνονται αιτία να τραυματιστούν ή ακόμα και να χάσουν τη ζωή τους άνθρωποι. Αν και κάθε χρόνο σε όλο τον κόσμο γίνονται αντιληπτοί περισσότεροι από 3000 σεισμοί, συνήθως λιγότεροι από 10 είναι αυτοί που προκαλούν σημαντικές απώλειες σε ανθρώπινες ζωές. Ο ισχυρότερος σεισμός που έχει καταγραφεί ποτέ είναι αυτός της Χιλής το Μάιο του 1960 και είχε μέγεθος 9,5 βαθμούς της κλίμακας Ρίχτερ.

Στην παγκόσμια ιστορία έχει καταγραφεί ένας τεράστιος αριθμός σεισμών. Πολλοί από αυτούς κατέστρεψαν πόλεις και χωριά. Όμως όσο μεγάλη κι αν ήταν η καταστροφή, κανένας σεισμός δε στάθηκε ικανός να σταματήσει την εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού. Τα κτίρια ξαναχτίστηκαν, οι δρόμοι ξαναφτιάχτηκαν και όλοι απέκτησαν εμπειρίες για τη μελλοντική αντιμετώπιση των σεισμών.

Επισκέψου το δελτίου καιρού πατώντας [εδώ](#), επεξεργάσου τις πληροφορίες που σου δίνονται με την ομάδα σου, δες τις φωτογραφίες και τα βίντεο που περιέχει.

Στο τέλος θα ακολουθήσει συζήτηση στην ολομέλεια.

Συνέχισε την πλοήγησή σου πηγαίνοντας να ενημερωθείς για τις επιπτώσεις των σεισμών στον άνθρωπο και τον πολιτισμό, πατώντας στο **5. "Μετασεισμικά φαινόμενα και επιπτώσεις στις ανθρώπινες κοινωνίες και τον πολιτισμό"** στην αρχειοθήκη σου αριστερά.

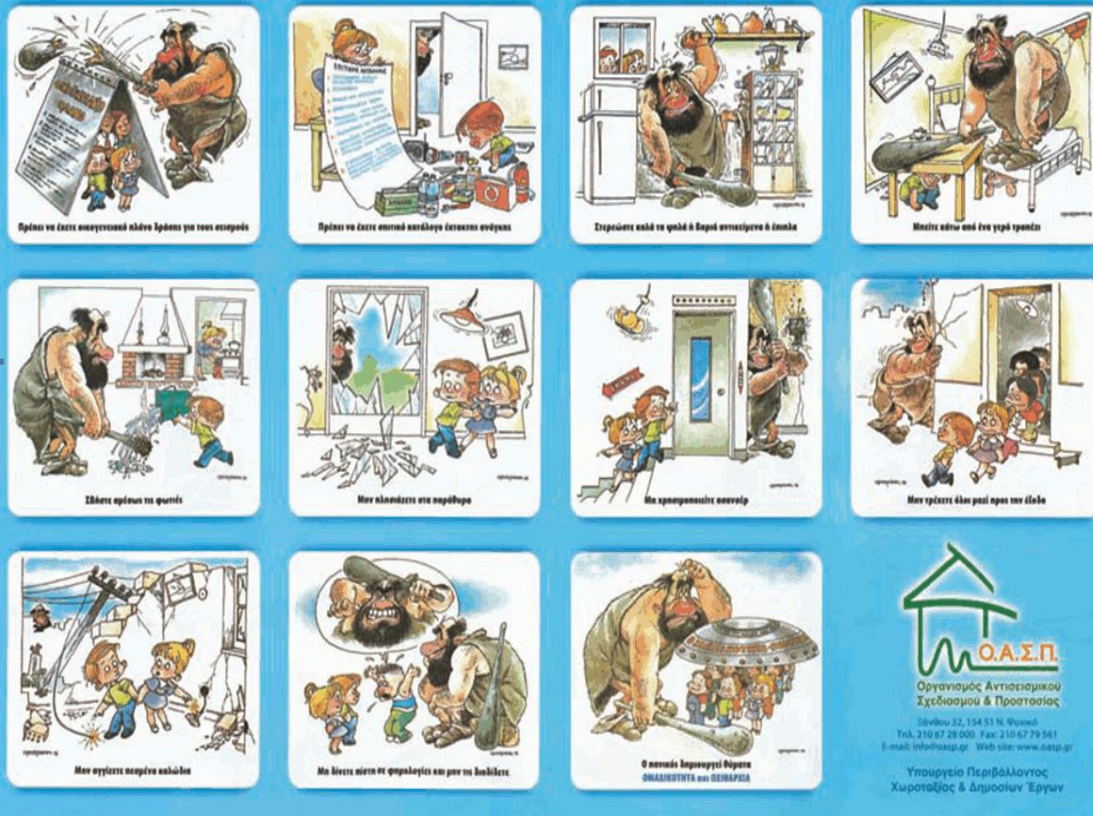
## 2.9 ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ

### 2.9.1 Τι πρέπει να κάνεις ΑΠΟ ΤΩΡΑ: Προετοιμάσου

**Ενημερώσου** για το σεισμό, τη σεισμικότητα της περιοχής και τα μέτρα προστασίας

- **Συζήτησε** με τα μέλη της οικογένειάς σου και επισήμανε ποια είναι τα κατάλληλα σημεία προφύλαξης σου ανά χώρο, πώς κλείνει ο γενικός διακόπτης του ηλεκτρικού ρεύματος, ποια είναι τα χρήσιμα τηλέφωνα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης (π.χ. Ευρωπαϊκός Αριθμός Έκτακτης Ανάγκης 112), ποιος είναι ο κοντινός ασφαλής χώρος που θα καταφύγετε και θα συναντηθείτε μετά από ένα σεισμό.
- **Εφοδιάσου** με μερικά είδη πρώτης ανάγκης, όπως φαρμακείο, φορητό ραδιόφωνο, φακό, κ.λπ.
- **Μερίμνησε ώστε να είναι ασφαλές το σπίτι σου.** Επισήμανε επικινδυνότητες και προσπάθησε να τις μειώσεις. Τοποθέτησε σε χαμηλά ράφια τα βαριά ή εύθραυστα αντικείμενα. Στήριξε κατάλληλα τα ογκώδη έπιπλα, τα φωτιστικά, τους ανεμιστήρες οροφής κ.ά.. Μην κρεμάς βαριά αντικείμενα στους τοίχους πάνω από τα κρεβάτια. Διόρθωσε βλάβες που τυχόν υπάρχουν στο κτίριο π.χ. διαρροές, ρωγμές.
- **Λάβε μέρος σε ασκήσεις ετοιμότητας.**

# ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΕΙΤΕ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΕΙΣΜΟΥΣ



Σχήμα 2.9.1.1

## 2.9.2 Τι πρέπει να κάνεις ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ του σεισμού: Προσπάτευσε τον εαυτό σου

Εάν είσαι μέσα σε κτίριο

1. **Μείνε στο χώρο που βρίσκεσαι** και διατήρησε την ψυχραιμία σου.
2. **Σκύψε, καλύψου κάτω από ένα γερό έπιπλο** (τραπέζι, γραφείο, θρανίο) και **κράτησε με το χέρι σου το πόδι του**. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει κατάλληλο έπιπλο σκύψε στο μέσον του δωματίου μειώνοντας όσο γίνεται το ύψος σου και προσπάτευσε με τα χέρι σου το κεφάλι και τον αυχένα σου. Απομακρύνσου από μεγάλες γυάλινες επιφάνειες (παράθυρα, φεγγίτες ή γυάλινα χωρίσματα) ή έπιπλα και αντικείμενα που μπορεί να σε τραυματίσουν.

Εάν βρίσκεσαι σε εξωτερικό χώρο

1. **Απομακρύνσου από τις προσόψεις των κτιρίων**, στύλους με ηλεκτροφόρα καλώδια ή άλλα επικίνδυνα σημεία (όσο αυτό είναι δυνατόν), και προφυλάξου κατάλληλα.
2. **Απομακρύνσου από την ακτή**. Ύστερα από ισχυρό σεισμό μπορεί να δημιουργηθούν θαλάσσια κύματα (tsunamis).
3. **Μείωσε την ταχύτητα του αυτοκινήτου σου**, εάν οδηγείς, και στάθμευσε στο πιο κοντινό, ασφαλές σημείο, μακριά από προσόψεις κτιρίων, αερογέφυρες, ηλεκτροφόρα καλώδια κ.ά. Φρόντισε να μην εμποδίζεις την κυκλοφορία.

### **2.9.3 Τι πρέπει να κάνετε ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ το σεισμό**

**Τι πρέπει να κάνεις ΜΕΤΑ το σεισμό: Εφάρμοσε το προσεισμικό σχέδιο σου**

1. **Εκκένωσε το κτίριο από το κλιμακοστάσιο**, αφού πρώτα κλείσεις τους διακόπτες του ηλεκτρικού ρεύματος, του φυσικού αερίου και του νερού, φορέσεις κατάλληλα για την εποχή ρούχα και παπούτσια και πάρεις μαζί σου τα εφόδια έκτακτης ανάγκης που θεωρείς απαραίτητα.
2. **Προσπάθησε να μην χρησιμοποιήσεις άσκοπα το τηλέφωνό σου ή το αυτοκίνητό σου**. Οι γραμμές τηλεφωνίας πρέπει να παραμείνουν σε λειτουργία και οι οδικοί άξονες πρέπει να είναι ελεύθεροι.
3. **Κατέφυγε στον προεπιλεγμένο ανοιχτό, κοντινό, ασφαλή χώρο (πάρκο, πλατεία κ.λπ.)**, μακριά από τις προσόψεις των κτιρίων ή άλλα επικίνδυνα σημεία.
4. **Περίμενε μετασεισμούς**. Οι μετασεισμοί που ακολουθούν έναν ισχυρό σεισμό μπορεί να προξενήσουν επίσης βλάβες στα κτίρια.
5. **Βοήθησε συνανθρώπους σου που έχουν ανάγκη**. Μην μετακινήσεις βαριά τραυματισμένους, παρά μόνο αν υπάρχει κίνδυνος να τραυματιστούν περισσότερο. Ενημέρωσε σχετικά τις αρμόδιες υπηρεσίες (Πυροσβεστική: 199, Ε.Κ.Α.Β.: 166).



## 2.10 Μέθοδοι πρόγνωσης

Οι μεμονωμένες προσπάθειες για πρόγνωση σεισμών έχουν δώσει αποτελέσματα, δεν έχουν όμως κάποια ευρέως αποδεκτή μέθοδο πρόγνωσης. Για να θεωρηθεί μια μέθοδος πρόγνωσης ή συνεργασία μεθόδων επιτυχημένη, θα πρέπει να εκτιμά, για σεισμούς κάποιου μεγέθους και άνω, με ακρίβεια α) τις παραμέτρους της πρόγνωσης (τόπο, χρόνο, μέγεθος) και ταυτόχρονα β) τη βεβαιότητα πως θα γίνει σεισμός. Η ακρίβεια των παραμέτρων δεν έχει σαφώς καθοριστεί. Η προσπάθεια για πρόγνωση ενδυναμώνεται με την ενοποίηση των μεθόδων και τη σύγκλιση των εκτιμήσεων που προκύπτουν από αυτές, βελτιώνοντας την ακρίβεια των παραμέτρων της πρόγνωσης και ενισχύοντας την αξιοπιστία μιας πρότασης πως ένας μεγάλος σεισμός επέρχεται.

Η προειδοποίηση για σεισμούς σε πυκνοκατοικημένες περιοχές αμφισβητείται πως είναι χρήσιμο να ανακοινώνεται στο κοινό καθώς μπορεί να προκαλέσει περισσότερα θύματα από τον σεισμό αυτόν καθαυτόν λόγω πανικού, τροχαίων κτλ. και επειδή είναι αδύνατο να εκκενωθεί έγκαιρα και σε απόλυτο ποσοστό μια κατοικημένη περιοχή, ενώ υπάρχουν προβλήματα στην εκκένωση νοσοκομείων, γηροκομείων, χώρων που φιλοξενούν ζώα κτλ. Παρά ταύτα, εφαρμόζεται ήδη σειρά συστημάτων άμεσης προειδοποίησης για σεισμούς ανά την υφήλιο ακόμη και σε ομάδες της τάξης των εκατομμυρίων εκπαιδευμένων πολιτών.

## 2.11 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[http://HYPERLINK "http://www.earthquakenet.gr/istorikoiseismoi.htm" mHYPERLINK](http://www.earthquakenet.gr/istorikoiseismoi.htm)  
["http://www.earthquakenet.gr/istorikoiseismoi.htm" www.earthquakenet.gr/istorikoiseismoi.ht](http://www.earthquakenet.gr/istorikoiseismoi.htm)  
<http://www.otherside.gr/2011/03/fonikoi-seismoi-istoriki-anadromi/>  
[http://www.gein.noa.gr/Greek/web\\_macro/macroseismic.htm](http://www.gein.noa.gr/Greek/web_macro/macroseismic.htm)  
<http://atlaswikigr.wikifoundry.com/page/%CE%95%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE+%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B7%CE%BD%CE%B5%CE%AF%CE%B1+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CF%86%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%BF%CF%85+%CF%84%CE%BF%CF%85+%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D>  
[http://www.earthquakes.gr/loc\\_eq/earthquakes.asp](http://www.earthquakes.gr/loc_eq/earthquakes.asp)  
<http://lyk-elateias.fth.sch.gr/autosch/joomla15/images/Presentations/Seismoi/arxaiothta.pdf>  
<https://sites.google.com/site/seismoitsolak/epiptoseis-seismon-sto-physiko-periballon>  
[http://www.daskalosa.eu/seismos\\_webquest/epiptoseis.html](http://www.daskalosa.eu/seismos_webquest/epiptoseis.html)  
[http://www.daskalosa.eu/seismos\\_webquest/epiptoseis.html](http://www.daskalosa.eu/seismos_webquest/epiptoseis.html)  
<http://www.oasp.gr/node/116>  
<http://www.slideshare.net/lkloukinas/ss-16439719>  
[http://www.daskalosa.eu/seismos\\_webquest/epiptoseis.html](http://www.daskalosa.eu/seismos_webquest/epiptoseis.html)

# Ηφαίστεια

## Περιεχόμενα

- 5 Ορισμός ηφαιστείου
- 6 Πώς γίνονται οι εκρήξεις των ηφαιστείων- κατηγορίες ηφαιστείων
- 7 Περιοχές σχηματισμού ηφαιστείων
- 8 Ηφαιστειακός χάρτης Ελλάδας
- 9 Οι 10 ηφαιστειακές εκρήξεις που άλλαξαν τον ρου της ιστορίας
- 10 11 από τα πιο επικίνδυνα ηφαίστεια του πλανήτη
- 11 Ενεργά και σβησμένα ηφαίστεια
- 12 Τα ηφαίστεια ως βουνό
- 13 Πού οφείλονται οι καταστροφές από ηφαιστειακή δραστηριότητα
- 14 Επίδραση των ηφαιστείων στη ζωή μας
- 15 Πρόληψη- Αντιμετώπιση
- 16 Βιβλιογραφία

## Τι είναι τα Ηφαίστεια; Πώς δημιουργούνται;

Ηφαίστειο είναι η ανοιχτή διάδοχος στο εσωτερικό της Γης (ή άλλου γεωειδούς ουράνιου σώματος) που επιτρέπει την εκροή ή έκρηξη ρευστών πετρωμάτων και αερίων από το εσωτερικό στην επιφάνεια με την μορφή [λάβας](#). Η δραστηριότητα αυτή οδηγεί στη δημιουργία ενός βουνού, το οποίο είναι συνήθως ό,τι ονομάζουμε ηφαίστειο στην καθημερινή γλώσσα. Τα ηφαίστεια δημιουργούνται κυρίως εκεί όπου συγκρούονται οι λιθοσφαιρικές πλάκες. Η λάβα, λιγότερο συμπαγής από τα γύρω πετρώματα, βρίσκει διέξοδο.

Τα ηφαίστεια διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με:

- Την γεωτεκτονική τους θέση.
- Την εκρηξιμότητα τους.
- Τη μορφή του ηφαιστειακού του κώνου.

### Πως γίνονται οι εκρήξεις των ηφαιστίων

Κάποτε πολλοί νόμιζαν ότι ολόκληρο το εσωτερικό της Γης ήταν μία διάπυρη μάζα υγροποιημένων πετρωμάτων και ότι ο στερεός φλοιός της Γης επιπλέει στην υγροποιημένη ολόθερμη αυτή μάζα. Σήμερα οι γεωλόγοι πιστεύουν ότι μόνο σε μερικά μέρη της Γης υπάρχουν τετοιοί θύλακες. Αν τα στερεά πετρώματα, που βρίσκονται επάνω από αυτούς τους θύλακες, υποστούν ρήγματα ή εξασθενήσουν, το μάγμα μπορεί να βρει διέξοδο ανάμεσά τους. Αυτή η διέξοδος του μάγματος στην επιφάνεια αποτελεί την έκρηξη των ηφαιστίων.

Υπάρχουν εκρήξεις βίαιες και εκρήξεις μικρής δύναμης. Αν το μάγμα, που βγαίνει από τον κρατήρα του ηφαιστίου, δεν είναι πολύ πυκνό, τα αέρια εξέρχονται εύκολα και οι εκρήξεις τότε δεν είναι δυνατές. Αν όμως το μάγμα είναι πυκνόρρευστο, τα αέρια δυσκολεύονται να βγουν και τότε οι εκρήξεις είναι πολύ βίαιες.

Το μάγμα που βγαίνει από το ηφαίστειο λέγεται λάβα. Η λάβα όταν βγει από το ηφαίστειο, με τον καιρό κρύνει και στερεοποιείται. Αν εκτιναχθεί ψηλά στον αέρα, στερεοποιείται σε σκόνη που λέγεται ηφαιστειακή τέφρα ή σποδός.

Σε κάποια ηφαίστεια, στον πλανήτη μας, έχουμε και την άνοδο υλικού που κάποτε ήταν ζωντανοί οργανισμοί. Αυτό συμβαίνει όταν το ηφαίστειο βρίσκεται σε περιοχή που συγκλίνουν οι τεκτονικές πλάκες, και μάλιστα εδρεύει στην πλάκα κάτω από την οποία βυθίζεται η άλλη. Η

βυθιζόμενη πλάκα παρασύρει οργανικό υλικό το οποίο τελικά ανακυκλώνεται από το ηφαίστειο στην γήινη ατμόσφαιρα. Τέτοιο παράδειγμα έχουμε όταν η σύγκλιση είναι υποθαλάσσια και παρασύρεται βιομάζα που έχει κατακρημνηστεί στο βυθό της θάλασσας, όπως πλαγκτόν, νεκροί θαλάσσιοι οργανισμοί κλπ. Τα φαινόμενα παραγωγής αερίων και τέφρας στις περιπτώσεις αυτές είναι πολύ έντονα και έχουν άμεση επίδραση στο κλίμα του πλανήτη, το οποίο και ρυθμίζουν είτε με τον μηχανισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου (λόγω του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται από τις πρώην οργανικές ενώσεις) που αυξάνει τη θερμοκρασία, ή τη μείωση της θερμοκρασίας που προκαλείται λόγω των αερίων (θειούχες ενώσεις) ή της τέφρας που έχουν ανακλαστικές ιδιότητες και εμποδίζουν το ηλιακό φως από το να φτάσει στην επιφάνεια του πλανήτη.

### **Περιοχές σχηματισμού**

Τα ηφαίστεια πάνω στη Γη βρίσκονται συνήθως εκεί όπου δύο ή τρεις [τεκτονικές πλάκες](#) συγκρούονται ή απομακρύνονται: Μία μεσοωκεάνεια ράχη ή οροσειρά, όπως στο μέσο του [Ατλαντικού Ωκεανού](#), δίνει παραδείγματα ηφαιστειών από «αποκλίνουσες πλάκες», ενώ ο [Ειρηνικός Ωκεανός](#) με το «Δαχτυλίδι της φωτιάς» προσφέρει παραδείγματα ηφαιστειών από «συγκλίνουσες πλάκες». Αντιθέτως, ηφαίστεια δεν δημιουργούνται εκεί όπου δύο τεκτονικές πλάκες κινούνται πλευρικά ή μία ως προς την άλλη. Ηφαίστεια μπορούν, επίσης, να σχηματισθούν όπου υπάρχει [διάταση](#) του γήινου φλοιού ή όπου ο φλοιός είναι πολύ λεπτός, όπως στην κοιλάδα του [Αφρικανικού Ρήγματος](#). Τέλος, τα ηφαίστεια προκαλούνται πάνω από σημεία στα οποία ο [μανδύας](#) της Γης έχει ανοδικά ρεύματα, τα αποκαλούμενα «θερμά σημεία» (*hot spots*), που μπορεί να βρίσκονται μακριά από τα όρια των τεκτονικών πλακών, όπως είναι τα νησιά της [Χαβάης](#). Τέτοια ηφαίστεια βρίσκονται και σε άλλους [πλανήτες](#) ή μεγάλους [δορυφόρους](#) στο [Ηλιακό Σύστημα](#).

### **ΗΦΑΙΣΤΙΑΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

Στην [Ελλάδα](#) υπάρχουν 39 ηφαίστεια, με μεγαλύτερα – εκτός της Σαντορίνης αυτά της Μήλου, της Νισύρου και των Μεθάνων.

**Σαντορίνη:** Έχει τη μεγαλύτερη καλντέρα όλου του κόσμου (!) με ύψος 300 m και διαμέτρου 11 km. **Μήλος.** Ηφαίστειο Φυριπλάκας, ύψους 220 m και διαμέτρου 1700 m. **Νίσυρος:** Μια από

τις μεγαλύτερες καλδέρες στο κόσμο, με ύψος 650 m και διαμέτρου 3000m. **Βόρεια Εύβοια:** Πολλά και μικρά ηφαίστεια (Μαλιακός κόλπος, Παγασητικός, Κολπίσκος Αγίου Γεωργίου, Όριο, Μετόχι, Λυχάδα, Οξύλιθος και αλλού). **Σκύρος:** Ηφαίστειο Μπάρες και νησίδες Ψαθούρας, Ψαθουροπούλας. **Χίος:** Περιοχή Αντιστρόβιλα και Εμπορικού. **Λήμνος:** **Μέθανα:** Ύψος 417μ. διάμετρος 150μ. **Θήβα:** Μεταξύ Βελεστίνου και Αλμυρού. **Έβρος:** Περιοχή Φερρών-Σαπών. Πολλά μικρά ηφαίστεια. **Έδεσσα:** Περιοχή Αλμωπίας, πολλά και μικρά ηφαίστεια.

**Τα ηφαίστεια του Αιγαίου:** Ο γεωγραφικός χώρος του Αιγαίου είναι μία από τις πιο σεισμογενείς περιοχές της Γης, καθώς οι γεωλογικές μεταβολές που συμβαίνουν σε τακτά χρονικά διαστήματα είναι έντονες και συνεχείς. Η περιοχή του Αιγαίου διαμορφώθηκε τα τελευταία 23 εκατομμύρια χρόνια, δηλαδή στη διάρκεια της πιο πρόσφατης γεωλογικής περιόδου του ανώτερου καινοζωικού.

Στο ηφαιστειακό τόξο του Νότιου Αιγαίου ανήκουν τα ηφαίστεια στο Σουσάκι (Κρομμυωνίας), στα Μέθανα, στον Πόρο, στη Μήλο, στη Νίσυρο και στη Σαντορίνη. Όλα αυτά τα ηφαιστειακά κέντρα βρίσκονται κατανεμημένα κατά μήκος μιας ζώνης πλάτους λίγων δεκάδων χιλιομέτρων και μήκους 450 χιλιομέτρων, η οποία αρχίζει από τον ισθμό της Κορίνθου και καταλήγει στη Νίσυρο. Κατά μήκος του τόξου μόνο τρία είναι τα ενεργά ηφαίστεια (Σαντορίνη, [Νίσυρος](#), Μέθανα), από τα οποία αυτό των Μεθάνων βρίσκεται σε μεταηφαιστειακή δράση, ενώ τα ηφαίστεια της Νισύρου και της Σαντορίνης παρουσιάζουν σημαντική ηφαιστειακή δραστηριότητα.

## **Ηφαίστεια**

### **Σουσάκι**

Αίγινα

### **Μέθανα**

Πόρος

Μήλος

Αντίπαρος

Σαντορίνη

Χριστιανά

Επισκοπή

Νίσυρος

Γυαλί

Κω

Κάλυμνος

Πάτμος

Σάμος

Εμποριός

Χίος

Αντίψαρα

Λέσβος

Όρδυμνος

Άγιος Ευστράτιος

Λήμνος

Τμβρος

Σαμοθράκη

Φέρες

Αλμωπία

Μικροθήβες

Αχίλλειο

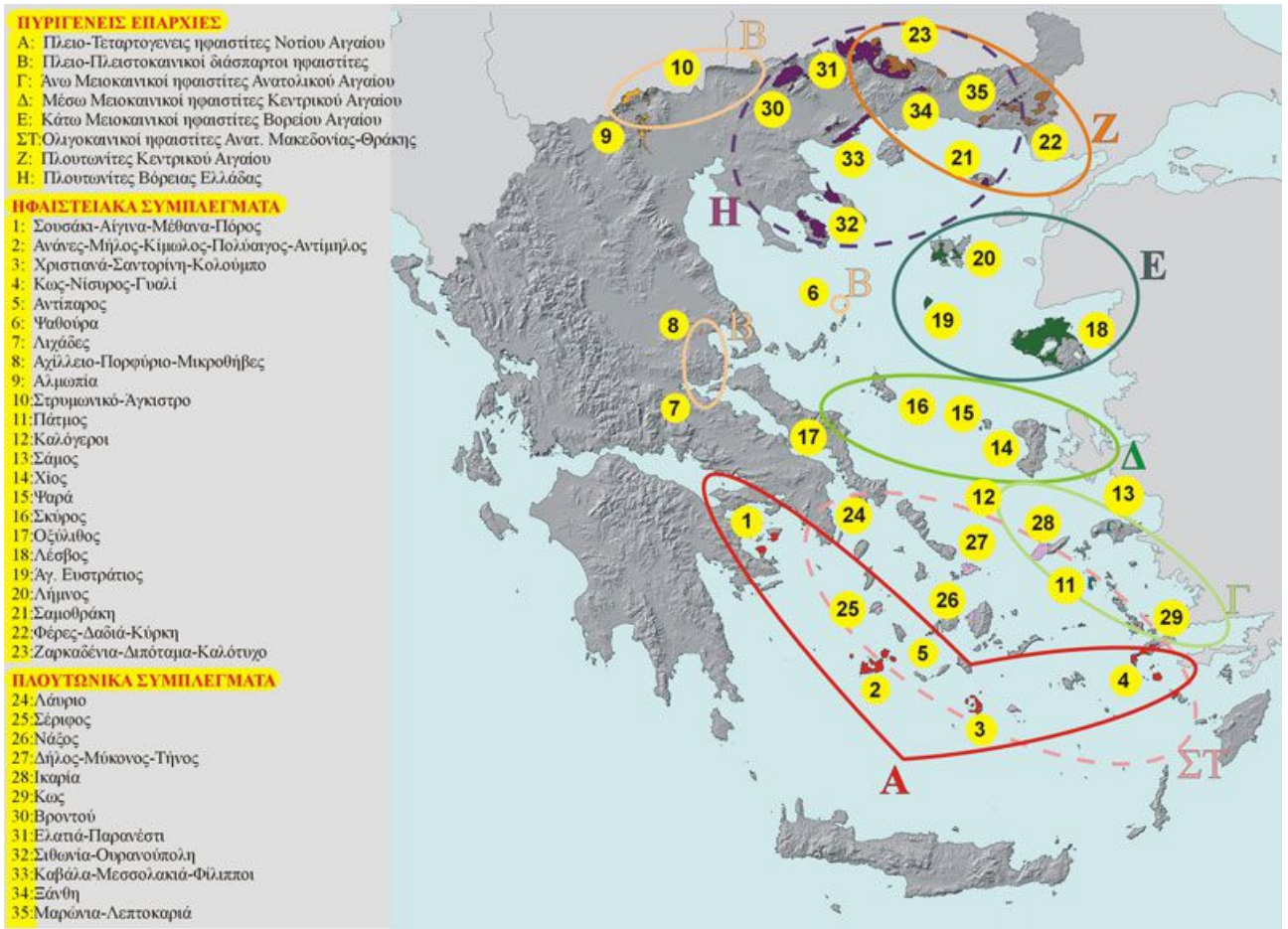
Λιχάδες

Ψαθούρα

Σκύρος

Οξύλιθος





**Οι 10 ηφαιστειακές εκρήξεις που άλλαξαν τον ρου της Ιστορίας**



Μιλώντας για ηφαίστεια έχετε αναρωτηθεί ποτέ τον ρόλο που διαδραμάτισαν οι εκρήξεις τους στην εξέλιξη της ιστορίας; Ποια θα ήταν άραγε η μοίρα της μινωικής Κρήτης , αν δεν είχε γίνει η έκρηξη του ηφαιστείου της Σαντορίνης; Και πως θα είχε δημιουργηθεί το πετρέλαιο αν δεν είχε γίνει μια ολόκληρη σειρά υποθαλάσσιων ηφαιστειακών εκρήξεων πριν από 93 εκατομμύρια χρόνια; Εδώ λοιπόν παραθέτουμε τις 10 πιο σημαντικές, με κριτήριο κυρίως τον τρόπο που επηρέασαν την εξέλιξή μας, εκρήξεις ηφαιστειών.

### **Ο «θάνατος» της θάλασσας που «γέννησε» το πετρέλαιο**

Σύμφωνα με αμερικανούς και Κινέζους γεωλόγους, η πρώτη πιο σημαντική έκρηξη ηφαιστείου έγινε πριν από 260 εκατομμύρια χρόνια, νοτιοανατολικά της Κίνας στην επαρχία Emeishan. Η γιγαντιαία αυτή έκρηξη διασκόρπισε μισό εκατομμύριο κυβικά χιλιόμετρα λάβας και συνεπώς εξάλειψε οποιοδήποτε είδος θαλάσσιας ζωής στον πλανήτη.

Η δεύτερη εξίσου σημαντική και γιγαντιαία έκρηξη πραγματοποιήθηκε πριν από 93 εκατομμύρια χρόνια και ουσιαστικά αποτέλεσε μια ολόκληρη σειρά υποθαλάσσιων ηφαιστειακών εκρήξεων. Παρομοίως με τη πρώτη προκάλεσε την εξάλειψη όλης της θαλάσσιας ζωής, ενώ στέρησε τους ωκεανούς από οξυγόνο. Ωστόσο, οι εκρήξεις που εξαφάνισαν το οργανικό υλικό των μικροοργανισμών σε συνδυασμό με την απώλεια οξυγόνου, οδήγησαν στη δημιουργία πετρελαιο.

Η μεγαλύτερη έκρηξη των τελευταίων 2 εκατομμυρίων ετών είναι η έκρηξη του ηφαιστείου Τόμπα στη Σουμάτρα της Ινδονησία πριν από 74.000 χρόνια, η οποία απελευθέρωσε 2.500 κυβικά χιλιόμετρα μάγματος. Πολλοί θεωρούν τον «ηφαιστειακό χειμώνα» που επακολούθησε ως την απαρχή των φυλών του ανθρώπινου γένους, αφού αποδεκάτισε τους πληθυσμούς των ανθρωποειδών, τους απομόνωσε και ευνόησε την ανεξάρτητη εξέλιξή τους. Νέα ωστόσο ευρήματα που προέκυψαν από αναλύσεις του μάγματος αμφισβητούν την άποψη αυτή.

### **Η αναδιαμόρφωση της Σαντορίνης και το τέλος της Μινωικής Κρήτης**

Η έκρηξη του ηφαιστείου της Θύρας στη Σαντορίνη υπολογίζεται πως έγινε γύρω στο 1500 π.Χ και θεωρείται μια από τις πιο ισχυρές εκρήξεις των ιστορικών χρόνων, αφού το νέφος που παρήχθη είχε ύψος 30 χιλιομέτρων και το τσουνάμι που ακολούθησε της έκρηξης προκάλεσε κύματα ύψους 35-250 μέτρα. Μάλιστα, οι κλιματικές επιδράσεις της έκρηξης φαίνεται να έφτασαν μέχρι τη Κίνα, μεγαλύτερη των τελευταίων 2 εκατομμυρίων ετών, ενώ οι συνέπειες του στον πολιτισμό της εποχής ήταν ολοσχερείς, αφού ουσιαστικά αποτέλεσε την αρχή του τέλους για τη μινωική Κρήτη.

## **Αίτνα και Βεζούβιος**

Τα διάσημα ηφαίστεια της Ιταλίας έχουν καθορίσει κατά πολύ την ιστορία της, με την Αίτνα να παραμένει ένα από τα πιο ενεργά ηφαίστεια της Γης, και την πρώτη έκρηξη της να υπολογίζεται στο μισό εκατομμύριο χρόνια πριν.

Οι εκρήξεις και των δυο ηφαιστειών έχουν καταγραφεί από ιστορικούς της εποχής, με πιο σημαντική αυτή του Πλίνιου του Νεότερου για την έκρηξη του Βεζούβιου στις 24 Αυγούστου του 79 μ.Χ, που είχε τις γνωστές καταστροφικές συνέπειες για τη Πομπηία. Μια έκρηξη, ίσως τη σημαντικότερη για την ιστορική μελέτη αφού «πάγωσε» την καθημερινότητα των αρχαίων Ρωμαίων και την έδωσε αυτούσια στους μελετητές.

## **Σύγχρονες εκρήξεις**

### **Ηφαίστειο Laki της Ισλανδίας**

Για οκτώ ολόκληρους μήνες παρουσίαζε δραστηριότητα το ηφαίστειο Laki της Ισλανδίας το 1784. Το νέφος που προκλήθηκε σκέπασε τη Βόρεια Ευρώπη και τμήμα της Βόρειας Αμερικής, ενώ η τέφρα που έφθασε στη στρατόσφαιρα οδήγησε σε μεταβολή των κλιματικών συνθηκών, όπως μάλιστα παρατήρησε τότε ο Βενιαμίν Φραγκλίνος σαν πρώτος διπλωματικός εκπρόσωπος της Αμερικής στο Παρίσι.

### **Ηφαίστεια Tambora και Krakatau στην Ινδονησία**

Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα της ενεργοποίησης τους ηφαιστείου Tambora στην Ινδονησία το 1816, με το νέφος να κρύβει τον ήλιο και να οδηγεί σε πτώση της θερμοκρασίας για τα επόμενα 4 χρόνια. Έτσι το 1816 ονομάστηκε «χρονιά χωρίς καλοκαίρι», γεγονός που αποτέλεσε έμπνευση για τον λόρδο Βύρωνα που έγραψε τη νουβέλα «Η σκοτεινιά».

Στην καλλιτεχνική δημιουργία επέδρασε η έκρηξη του ηφαιστείου Krakatau και πάλι στην Ινδονησία το 1883. Οι κόκκινες ανταύγειες που δημιουργήθηκαν στον ευρωπαϊκό ορίζοντα, κάτι το οποίο οφειλόταν στον εμπλουτισμό της ατμόσφαιρας με θεικές ενώσεις και διήρκεσε από τον Νοέμβριο του 1883 μέχρι τον Φεβρουάριο του 1884, αποτυπώθηκε σε πολλούς ζωγραφικούς πίνακες της εποχής, ενώ για πρώτη φορά η έκρηξη αποτυπώθηκε σε κινηματογραφικό φίλμ.

### **Ηφαίστειο Pinatubo στις Φιλιππίνες**

Η μεγαλύτερη ηφαιστειακή έκρηξη του 20ού αιώνα εντοπίζεται το 1991 στις Φιλιππίνες και προέρχεται από το ηφαίστειο Pinatubo. Το ύψος της στάχτης που εκτοξεύτηκε ήταν περίπου 7 χιλιόμετρα ενώ η μείωση της θερμοκρασίας του πλανήτη που προκλήθηκε αντιστοιχεί σε μισό βαθμό.

## Μινωική έκρηξη



**Μινωική έκρηξη** ονομάζεται η καταστροφική ηφαιστειακή έκρηξη που έγινε κατά την Υστεροκυκλαδική Ι περίοδο στην νήσο [Στρογγύλη](#) και είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία αυτού που σήμερα ονομάζουμε [καλδέρα](#) της [Σαντορίνης](#) και την καταστροφή του προϊστορικού πολιτισμού του νησιού. Έχει υπολογιστεί ότι ο δείκτης μεγέθους της ηφαιστειακής έκρηξης (VEI - *Volcanic Explosivity Index*) είναι ίσος με 7 και ο όγκος των υλικών που εκτοξεύτηκαν ήταν περίπου 60 κυβικά χιλιόμετρα. Τα δεδομένα αυτά κατατάσσουν την Μινωική έκρηξη ως την δεύτερη μεγαλύτερη έκρηξη στην ανθρώπινη ιστορία μετά από [αυτή στο ηφαίστειο Ταμπόρα](#) στην [Ινδονησία](#) το [1815](#).

Η πρώτη κλασσική χρονολόγηση της έκρηξης βασίστηκε σε συγκριτικές μελέτες της τεχνικής των αγγείων που βρέθηκαν τον προϊστορικό οικισμό του [Ακρωτηρίου](#) και σε Αιγυπτιακές πηγές και είχε εκτιμηθεί ότι η έκρηξη του ηφαιστείου είχε συμβεί το 1500 π.Χ.. Επίσης, ο καθηγητής [Σπύρος Μαρινάτος](#), ο οποίος είχε πραγματοποιήσει ανασκαφικές δραστηριότητες τόσο στην [Κρήτη](#), όσο και στην Σαντορίνη, είχε διατυπώσει την άποψη ότι η Μινωική έκρηξη ήταν αυτή που προκάλεσε την καταστροφή του [Μινωικού πολιτισμού](#). Οι απόλυτες χρονολογήσεις, όμως, που έγιναν με βάση τον ραδιενεργό άνθρακα, τη δενδροχρονολόγηση και την παγοχρονολόγηση μετατόπισαν την ημερομηνία 100 με 150 χρόνια παλαιότερα, ενώ η πλέον πρόσφατη χρονολόγηση με ραδιενεργό άνθρακα ενός κλαδιού ελιάς που θάφτηκε από την τέφρα της

έκρηξης τοποθετεί την ημερομηνία μεταξύ 1627 και 1600 π.Χ. με πιο πιθανό το διάστημα μεταξύ 1613 με 1614 π.Χ.. Η νέα χρονολόγηση, σύμφωνα με κάποιους αρχαιολόγους, αποδεικνύει την μη σύνδεση της έκρηξης με το τέλος του Μινωικού πολιτισμού, ενώ άλλοι θεωρούν ότι η φυσική καταστροφή ήταν καθοριστικός παράγοντας.

Σε σχέση με την εποχή του χρόνου που έγινε η έκρηξη, θεωρείται ότι ήταν τέλος άνοιξης με πρώτες μέρες του καλοκαιριού, καθώς έχουν ανακαλυφθεί στο στρώμα των υλικών της έκρηξης κόκκοι γύρης από ελιές, κωνοφόρα δέντρα, αμπέλια, δημητριακά και άλλα δέντρα και φυτά

### Επιπτώσεις



Η καлдέρα της Σαντορίνης. Εικόνα από το [Ακρωτήριο](#)

Εκτός από τα δεδομένα που δίνουν ευρήματα γεωλογικών ερευνών, σημαντικά στοιχεία, τόσο για τα γεγονότα που προηγήθηκαν, όσο και για την ίδια την έκρηξη, δίνουν τα ευρήματα των ανασκαφών στο προϊστορικό οικισμό του [Ακρωτηρίου](#). Το γεγονός ότι στον οικισμό δεν βρέθηκαν καθόλου ανθρώπινοι σκελετοί μαρτυρεί ότι μια σειρά από προειδοποιητικούς σεισμούς εξανάγκασε τους κατοίκους να τον εγκαταλείψουν έγκαιρα. Πάντως πριν ταφεί ο οικισμός κάτω από την τέφρα της ηφαιστειακής έκρηξης, είχε χτυπηθεί από μεγάλο σεισμό. Κάποιοι κάτοικοι επέστρεψαν αργότερα στον οικισμό για να απεγκλωβίσουν όσους δεν είχαν προλάβει να φύγουν και να συλλέξουν πολύτιμα και προσωπικά αντικείμενα. Άλλα πρόδρομα της ηφαιστειακής εκρήξεως φαινόμενα, όμως, ανάγκασαν τους κατοίκους να ξαναεγκαταλείψουν την πόλη, όπως αποδεικνύει το γεγονός ότι οι εργασίες διάνοιξης των δρόμων δεν ολοκληρώθηκαν ποτέ, ενώ ένας μεγάλος αριθμός από αγγεία βρέθηκαν πάνω σε σωρούς μπάζων, όπου, προφανώς, είχαν τοποθετηθεί αρχικά για να μεταφερθούν σε πιο ασφαλείς θέσεις. Ο χρόνος μεταξύ του μεγάλου σεισμού και της ηφαιστειακής έκρηξης δεν πρέπει να υπερέβαινε τις λίγες δεκάδες μέρες.

Η εκτίναξη δεκάδων κυβικών χιλιομέτρων μάγματος δημιούργησαν το *καλδερικό βύθισμα* και τις διόδους μεταξύ [Ασπρονησίου](#) - [Θηρασίας](#) και [Σαντορίνης](#) - [Θηρασίας](#), ενώ η χρονική διάρκεια

από τις πρώτες εκρήξεις μέχρι την δημιουργία της καλδέρας υπολογίζεται σε δύο με τρία εικοσιτετράωρα. Αυτό αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι οι κατεστραμμένοι τοίχοι από τον σεισμό που προηγήθηκε της εκρήξεως στον προϊστορικό οικισμό του Ακρωτηρίου δεν παρουσιάζουν σημεία διάβρωσης. Το ύψος του πίδακα της τέφρας υπολογίζεται από τους ηφαιστειολόγους σε περίπου 35 χιλιόμετρα. Από την έκρηξη προκλήθηκε [τσουνάμι](#) που έπληξε τα γειτονικά νησιά, σε ακτίνα 50 με 60 χιλιομέτρων, και τις βόρειες ακτές της Κρήτης. Υπολογίζεται ότι έφτασε στις ακτές της Κρήτης 30 με 45 λεπτά μετά την δημιουργία του και είχε ύψος μεταξύ 15 με 30 μέτρα. Αποθέσεις θηραϊκής γής (ελαφρόπετρα) από την έκρηξη έχουν βρεθεί στην Κρήτη, τη νοτιοδυτική Τουρκία, ακόμα και στο δέλτα του Νείλου. Η μεταφορά της τέφρας προς την ανατολή μας δείχνει ότι οι άνεμοι έπνεεαν κατά τη διάρκεια της έκρηξης από τα δυτικά. Μετά την έκρηξη και τον ενταφιασμό του προϊστορικού οικισμού ακολούθησε καταρακτώδης βροχή.

Οι ποσότητες των ηφαιστειακών αερίων που συγκεντρώθηκαν στην ατμόσφαιρα προκάλεσαν πτώση στην μέση ετήσια θερμοκρασία του πλανήτη έως και 3<sup>o</sup>C για τουλάχιστον τρία χρόνια. Η τέφρα και η ελαφρόπετρα που εκτινάχθηκαν από το ηφαίστειο σκέπασαν τα απομεινάρια της Στρογγύλης, δηλαδή την [Σαντορίνη](#), την [Θηρασία](#) και το [Ασπρονήσι](#) και η απόθεση αυτή φτάνει σε ορισμένα σημεία των νησιών μέχρι και τα 80 μέτρα.

### **Ενεργά και σβησμένα ηφαίστεια**



Το Παρικουτίν στο Μεξικό, 1943

Ένα ηφαίστειο χαρακτηρίζεται ως **ενεργό** αν έχει καταγραφεί κάποια δραστηριότητά του κατά τη διάρκεια των ιστορικών χρόνων. Αντίθετα, αν έχει διαπιστωθεί η ύπαρξη κάποιου ηφαιστείου, αλλά δεν υπάρχει καμία καταγραφή δραστηριότητάς του στους ιστορικούς χρόνους, το ηφαίστειο χαρακτηρίζεται ως **σβησμένο ή νεκρό**.

Το γεγονός ότι ένα ηφαίστειο καταγράφεται ως σβησμένο, δεν σημαίνει ότι στο μέλλον δεν μπορεί να μεταπέσει στην κατηγορία των ενεργών. Είναι, επίσης, δυνατό να δημιουργηθεί ηφαίστειο σε περιοχή που πριν δεν υπήρχε. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το ηφαίστειο Παρικουτίν στο Μεξικό, το οποίο ξεκίνησε ως ρωγμή του εδάφους σε χωράφι με καλαμπόκι στις 20 Φεβρουαρίου 1943 και παρέμεινε ενεργό ως το 1952. Κατά την περίοδο που υπήρξε ενεργό, δημιούργησε κώνο ύψους 420 μέτρων.

Σεισμοί που γίνονται στην περιοχή σβησμένου ηφαιστείου, μπορεί να είναι προμήνυμα ότι το ηφαίστειο θα ξαναγίνει ενεργό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το ηφαίστειο του ιαπωνικού νησιού Σακουρατζίμα, όπου το 1914 σημειώθηκαν 417 σεισμικές δονήσεις σε 30 ώρες, πριν συμβεί η μεγάλη έκρηξη.

Ένα από τα σημαντικότερα σήμερα ενεργά ηφαίστεια του κόσμου, λόγω θέσεως, είναι το **ηφαίστειο Έρεβος** (πρόκειται για το νοτιότερο ηφαίστειο της Γης). Βρίσκεται στην **Ανταρκτική**, περιλαμβάνεται στο λεγόμενο «**δακτύλιο της φωτιάς**» του Ειρηνικού και από το **1972** είναι σε συνεχή ενεργή κατάσταση.

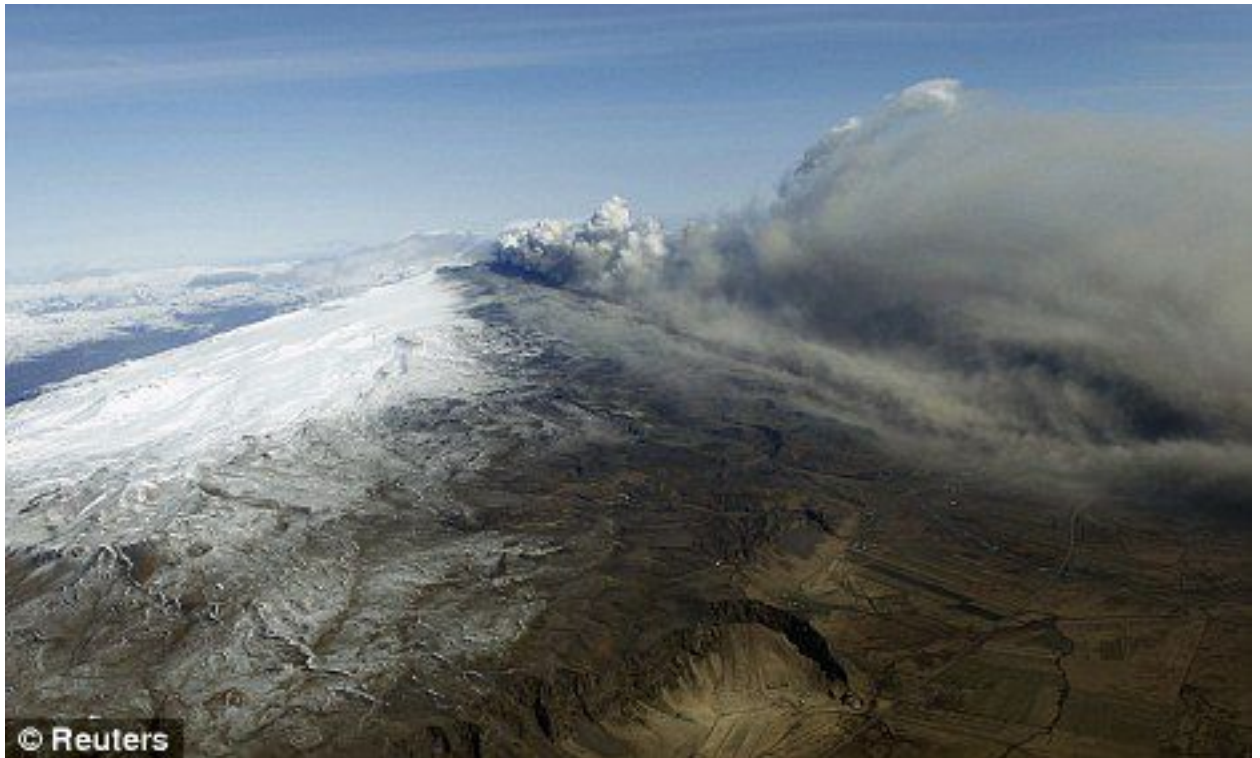
11 από τα πιο επικίνδυνα ηφαίστεια του πλανήτη

Συνολικά στον **πλανήτη** υπάρχουν 1.500 **ενεργά ηφαίστεια**. Περίπου 50 από αυτά παρουσιάζουν τελευταία ενεργειακή δραστηριότητα. Έντεκα ηφαίστεια, σύμφωνα με τους ειδικούς, θεωρούνται **επικίνδυνα** και απειλούν τον πλανήτη.

Εκτιμάται ότι 500 εκατομμύρια άνθρωποι στον κόσμο ζουν κοντά σε ηφαίστειο για να θεωρούνται ασφαλείς. Οι γεωλόγοι όμως έχουν ένα όπλο στα χέρια τους. Σε αντίθεση με τους σεισμούς, **τα ηφαίστεια προειδοποιούν**.

Ας δούμε ποια είναι τα πιο επικίνδυνα ηφαίστεια στον πλανήτη μας.

## Κάτλα



Ένα από τα **μεγαλύτερα** ηφαίστεια της Ισλανδίας. Η κορυφή της φτάνει σε ύψος τα 1.1512 μέτρα και καλύπτεται μερικώς από τον **παγετώνα** Myrdalsjökull. Η **καλντέρα** έχει διάμετρο 10 χλμ. και είναι καλυμμένη με 200-700 μέτρα πάγου.

Δεκαέξι **εκρήξεις** έχουν συμβεί από 930-1918, σε διαστήματα 40-80 χρόνων. Οι περισσότερες από αυτές τις εκρήξεις προκάλεσαν πλημμύρες. Μικρές εκρήξεις έχουν συμβεί από το 1955-1999, που δεν έχουν καταφέρει να σπάσουν τον πάγο.

Οι επιστήμονες πιστεύουν πως μια πιθανή έκρηξή του θα μπορούσε να **"πνίξει"** στην κυριολεξία τις γύρω περιοχές. Τα τελευταία δύο χρόνια (2010-2011) έχει παρατηρηθεί αυξημένη δραστηριότητα στο ηφαίστειο, που προκαλείται κυρίως λόγω της δραστηριότητας του παρακείμενου ηφαιστείου Eyjafjallajökull.



## Το Εϊγιαφιαλαγιόκουλ



Άλλο ένα **ηφαίστειο** της Ισλανδίας. Η κορυφή του φτάνει σε ύψος τα 1.651 μέτρα και η καλντέρα του είναι καλυμμένη με **πάγο** κι έχει διάμετρο 3-4 χλμ. Τις **εκρήξεις** του ακολουθούν εκρήξεις του ηφαιστείου Κάτλα, με το οποίο φαίνεται να σχετίζεται **γεωλογικά**. Εξερράγη το 920, 1612 και από το 1821-1823. Το 2010 εξερράγη δύο φορές και παρέλυσε τις αεροπορικές συγκοινωνίες.

## Ο Βεζούβιος



Είναι ένα **βουνό-ηφαίστειο** και βρίσκεται στις δυτικές ακτές της Ιταλίας, 12 χλμ. από τη Νάπολη. Πριν από την πρώτη έκρηξή του το 79 μ.Χ. το θεωρούσαν ένα απλό βουνό. Έχει εκραγεί πολλές φορές και οι πιο μεγάλες εκρήξεις έγιναν το 1794, το 1872 και το 1906, οι οποίες προκάλεσαν μεγάλες **καταστροφές** και το θάνατο πολλών ανθρώπων. Δεν έχει εκραγεί από το 1944.

Παρόλο τον **κίνδυνο** που διατρέχουν οι κάτοικοι και το ξέρουν, η περιοχή γύρω από τον Βεζούβιο είναι πυκνοκατοικημένη, γιατί το ηφαιστειογενές έδαφος του βουνού είναι **εξαιρετικά εύφορο**. Οι πλαγιές του βουνού είναι **κατάφωτες** από κήπους και αγρούς μέχρι ένα ορισμένο ύψος. Ιδιαίτερα ευδοκιμούν τα αμπέλια από τα αρχαιότερα χρόνια.

## Το Πινατούμπο



Το όρος Πινατούμπο βρίσκεται στη νησί Luzon στις Φιλιππίνες. Πριν από το 1991 δεν είχε καταγραφεί καμιά ιστορική έκρηξη. Τον Ιούνιο του 1991 σημειώθηκε η **μεγαλύτερη** χερσαία έκρηξη του 20ου αι.

Η έκρηξη αυτή εκτόξευσε στον ουρανό μια τεράστια στήλη στάχτης, κρύβοντας τον ήλιο και **σκοτώνοντας** πολλούς ανθρώπους. Η **θερμοκρασία** της Γης έπεσε κατά μισό βαθμό, αφού 20 εκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του θείου εκλύθηκαν στην ατμόσφαιρα, δημιουργώντας μια ομπρέλα γύρω από τη Γη, η οποία ανακλούσε μέρος της θερμότητας του ήλιου πίσω στο διάστημα.

**Η στάθμη της θάλασσας** έπεσε 6 χιλιοστά μετά από αυτήν την έκρηξη και χρειάστηκε σχεδόν μια δεκαετία για να επανέλθει. Χιλιάδες σπίτια και άλλα κτίρια καταστράφηκαν. Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι η πιο πρόσφατη έκρηξη πριν το 1991 ήταν 450 χρόνια πριν. Το ηφαίστειο παρέμεινε **αδρανές** για όλα αυτά τα χρόνια.

Στις 26 Ιουλίου 2011, σεισμός μεγέθους 5,9 βαθμών έπληξε την περιοχή γύρω από το Πινατούμπο, χωρία να γίνουν μεγάλες ζημιές ή να αναφερθούν θύματα.

## *Το Τσαιτέν*



Το ηφαίστειο αυτό βρίσκεται στη νότια Χιλή. Η *καλντέρα* του έχει διάμετρο 3 χλμ. και βρίσκεται σε ύψος 1.222 μέτρων από την επιφάνεια της θάλασσας. Η πιο πρόσφατη έκρηξή του σημειώθηκε τον Μάιο του 2008, με αποτέλεσμα να εκτοξευθεί στάχτη σε ύψος 2 χλμ. Η προηγούμενη έκρηξη του *χρονολογείται* ότι έγινε το 7420 π.χ.

## Το Κρακατόα



Το μικρό **ηφαιστειακό νησί** Κρακατόα βρίσκεται στην Ινδονησία, μεταξύ της Ιάβας και της Σουμάτρας. Τη νύχτα της 26ης Αυγούστου 1883 ανατινάχτηκε, καθώς το νησί ήταν η **κορυφή** ενός ηφαιστείου. Η έκρηξη ήταν τόσο **βίαιη** που μεγάλο μέρος της κορυφής τινάχτηκε ψηλά στον αέρα. 40.000 άνθρωποι σκοτώθηκαν. Οι κρότοι των εκρήξεων ακούστηκαν σε αποστάσεις 5.000 χλμ. Όταν μετά από 36 ώρες σταμάτησαν οι εκρήξεις το μισό νησί είχε **εξαφανιστεί**. Ηφαιστειακή τέφρα είχε εκτιναχθεί σε ύψος 30.000 μέτρων. Τα **τσουνάμι** που προκλήθηκαν κατέστρεψαν 300 χωριά.

Το ηφαίστειο είναι ακόμα ενεργό. Η πιο πρόσφατη δραστηριότητα ξεκίνησε το 1994. Ήσυχες περίοδοι λίγων ημερών **εναλλάσσονται** με μικρές ή μεγαλύτερες εκρήξεις. Τον Απρίλιο του 2008 εκτοξεύθηκαν θερμά αέρια, πέτρες και λάβα. Το Μάιο του 2011 παρουσίασε έντονη δραστηριότητα εκτοξεύοντας λάβα και πέτρες σε ύψος 700 μέτρων.

## *Το Μεράπι*



Ηφαίστειο της Ινδονησίας, *το πιο ενεργό*, το οποίο εκρήγνυται τακτικά από το 1548. Έχει τουλάχιστον 12 εκρήξεις από τις οποίες σκοτώθηκαν άνθρωποι.

Χιλιάδες άνθρωποι ζουν σε *χωριά* που βρίσκονται στις *πλαγιές* του βουνού. Το ύψος του είναι 2.968 μέτρα και εκρήγνυται μια φορά κάθε 5,5 χρόνια. Η πιο *φονική* έκρηξη έγινε το 1930, στην οποία σκοτώθηκαν 1.300 άτομα. Η μεγαλύτερη έκρηξη έγινε το 1994 και 80 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους. Τον Οκτώβριο του 2010 έγιναν νέες εκρήξεις, από τις οποίες οι νεκροί ξεπέρασαν τους 300

## *Το Ρενιέρ*



Θεωρείται ένα από τα πιο **επικίνδυνα** ηφαιστεια στον κόσμο. Βρίσκεται στις ΗΠΑ, στην πολιτεία της Ουάσιγκτον. Η κορυφή του φτάνει σε ύψος τα 4.392 μέτρα.

Εκεί υπάρχουν δύο ηφαιστειακοί **κρατήρες** με διάμετρο 300 μέτρα. Οι πιο πρόσφατες εκρήξεις του ηφαιστείου ήταν μεταξύ του 1820 και 1854, αλλά πολλοί αυτόπτες μάρτυρες ανέφεραν εκρήξεις το 1858, 1870, 1879, 1882 και το 1894 επίσης. Παρά το γεγονός ότι είναι ένα ενεργό ηφαιστειο, από το 2010 δεν υπήρξαν ενδείξεις για επικείμενη έκρηξη. Είναι ένα από τα 16 ηφαιστεια με τη **μεγαλύτερη πιθανότητα** να προκαλέσουν μεγάλη απώλεια ανθρώπινων ζώων και περιουσιών, αν εκραγεί.

## Το Νιρανγκόγκο



Στο Κονγκό βρίσκεται το ηφαίστειο αυτό, που ο **κρατήρας** του έχει πλάτος δύο χλμ. και περιέχει μια **λίμνη λάβας**. Από το 1882 έχει εκραγεί 34 φορές.

Το 1977 τα τοιχώματα του κρατήρα έσπασαν και η λάβα **ξεχύθηκε** στις πλαγιές του με ταχύτητα μέχρι και 60 μίλια την ώρα, **κατέστρεψε** τα χωριά και σκότωσε τουλάχιστον 70 άτομα. Δεν υπάρχει άλλο ηφαίστειο που να έχει λίμνη λάβας.

Το 2002 έγινε άλλη μια μεγάλη έκρηξη, που **προκάλεσε** το θάνατο τουλάχιστον 45 ανθρώπων. Η δραστηριότητα στο Νιρανγκόγκο συνεχίζεται, αλλά επί του παρόντος περιορίζεται στη λίμνη λάβας.

Είναι κι αυτό ένα από τα 16 ηφαίστεια με τη **μεγαλύτερη πιθανότητα** να προκαλέσουν μεγάλη απώλεια ανθρώπινων ζωών και περιουσιών, αν εκραγεί.



## *Το Νεβάδα ντελ Ρούιζ*



Βρίσκεται στην Κολομβία και είναι **ενεργό** εδώ και δύο εκατομμύρια χρόνια.

Η κορυφή του καλύπτεται από **παγετώνες**, που έχουν σχηματιστεί κατά τη διάρκεια χιλιάδων ετών. Στις 13 Νοεμβρίου 1985 μια μικρή έκρηξη δημιούργησε ένα **τεράστιο λαχάρ** (μίγμα νερού και πυροκλαστικών υλικών) που κατέστρεψε την πόλη Αρμέρο και προκάλεσε 23.000 θανάτους.

Παρόμοια αλλά λιγότερο θανατηφόρα περιστατικά συνέβησαν το 1595 και το 1845.

Το ηφαίστειο συνεχίζει να αποτελεί **απειλή** για τις γειτονικές πόλεις και χωριά, ενώ εκτιμάται ότι έως και 500.000 άνθρωποι θα μπορούσαν να **κινδυνέψουν** από λαχάρ σε μελλοντικές εκρήξεις.

## Το Ποποκατεπέλτ



Ένα *ενεργό* ηφαιστειο σε υψόμετρο 5.426 μέτρων, αποτελεί τη δεύτερη *ψηλότερη* κορυφή στο Μεξικό. Το βουνό είναι σκεπασμένο με *χιόνια* σχεδόν όλο το χρόνο.

Ο κρατήρας του ηφαιστείου έχει διαστάσεις 400x600 μέτρα. Είναι ένα από τα πιο *βίαια* ηφαιστεια στο Μεξικό και από το 1519 είχε 15 μεγάλες εκρήξεις. Μια μεγάλη έκρηξη σημειώθηκε το 1947 και στη συνέχεια το 1994 και το 2000, οπότε χιλιάδες άνθρωποι απομακρύνθηκαν, σύμφωνα με τις υποδείξεις των επιστημόνων.

## Το ηφαίστειο ως βουνό

Τα περισσότερα ηφαίστεια είναι βουνά. Η ηφαιστειακή δράση βοηθά στο σχηματισμό των βουνών. Αν υποθέσουμε ότι ένα ηφαίστειο ξέσπασε σε μια πεδιάδα ή κοιλάδα και όχι στην κορυφή βουνού, η λάβα που θα βγει από τον κρατήρα του μπορεί να χυθεί γύρω, όπου και θα στερεοποιηθεί. Αλλά κι αν εκτιναχθεί ψηλά στον αέρα, πάλι ένα μεγάλο μέρος της θα πέσει γύρω από τον κρατήρα. Έτσι και στις δύο περιπτώσεις σχηματίζεται ένα βουνό γύρω από τον κρατήρα.

Κατά τον ίδιο τρόπο σχηματίζονται και νησιά από ηφαίστεια, όπως η Μικρή και η Μεγάλη Καμένη της Σαντορίνης. Αν στον πυθμένα της θάλασσας γίνεται έκρηξη ενός ηφαιστείου, η λάβα που συσσωρεύεται γύρω από τον κρατήρα είναι τόσο πολλή, που σχηματίζει βουνό. Το βουνό αυτό μεγαλώνει διαρκώς από τη λάβα, που ολοένα εξέρχεται από την επιφάνεια της θάλασσας. Έτσι σχηματίζεται ένα ηφαιστειογενές νησί. Τέτοια νησιά υπάρχουν πολλά και μερικά τόσο μεγάλα, που κατοικήθηκαν. Τα νησιά π.χ. της Χαβάης είναι ηφαιστειογενή.

Η συνηθισμένη εικόνα ενός ηφαιστείου είναι ένα βουνό με κωνικό σχήμα, που στις εκρήξεις του χύνει λάβα, εκτοξεύει πέτρες, στάχτη και δηλητηριώδη ή μη αέρια από τον κρατήρα στην κορυφή του. Η πραγματικότητα βέβαια είναι πιο πολύπλοκη, καθώς αυτός είναι ένας μόνο τύπος ηφαιστείου. Κάποια ηφαίστεια π.χ. έχουν ακανόνιστους θόλους λάβας (χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου (σβησμένου) ηφαιστείου ο λόφος στον οποίο είναι κτισμένη η πόλη του Πόρου) για κορυφές αντί για κεντρικό κρατήρα, ενώ άλλα παρουσιάζουν τη γεωμορφολογία ενός υψίπεδου. Οι δίοδοι από όπου εξέρχεται το υλικό από το εσωτερικό μπορούν να βρίσκονται οπουδήποτε στο υψίπεδο αυτό. Πολλές από αυτές τις διόδους δημιουργούν τους δικούς τους μικρότερους κώνους, έτσι ώστε να έχουμε δευτερεύοντα ηφαίστεια πάνω σε ένα μεγάλο, όπως συμβαίνει στη Χαβάη.

Οι δύο βασικοί τύποι ηφαιστείων από γεωλογικής πλευράς είναι τα:

- Ασπιδοειδή ηφαίστεια (*shield volcanoes*) και τα
- Στρωματοηφαίστεια ή αλλιώς κωνικά ηφαίστεια (*stratovolcanoes*),

ενώ διάφορα άλλα είδη είναι:

- οι ηφαιστειακοί δόμοι,
- οι Κώνοι στάχτης,
- τα Υποθαλάσσια ηφαίστεια,
- τα Υπερηφαίστεια (*supervolcanoes*), όπως καλούνται τα πλέον τεράστια ηφαίστεια

και σε παγωμένα ουράνια σώματα, όπως ο Τρίτωνας και ο Εγκέλαδος, τα κρυοηφαίστεια (*cryovolcanoes*) ή ηφαίστεια πάγου.

Τα [ηφαίστεια λάσπης](#) απαρτίζουν μία ειδική ξεχωριστή κατηγορία.

### **Οι καταστροφές από ηφαιστειακή δραστηριότητα οφείλονται σε:**

- **Ροές Λάβας**

Οι ροές λάβας αποτελούν το πλέον γνωστό προϊόν της ηφαιστειακής δραστηριότητας και χαρακτηρίζονται, ανάλογα με τη σύσταση τους, από μεγαλύτερες ή μικρότερες ταχύτητες κίνησης. Οι περισσότερες ροές λάβας κινούνται τόσο αργά ώστε να δίνουν στους ανθρώπους τη δυνατότητα αντίδρασης.

- **Πυροκλαστικά προϊόντα**

Τα προϊόντα αυτά συνδέονται με την άνοδο και τη βίαιη απελευθέρωση των αερίων που βρίσκονται μέσα στο μάγμα. Μπορούν να βρίσκονται σε ρευστή κατάσταση ή να είναι στερεοποιημένα.

- **Αέρια**

Τα αέρια που εκλύονται τόσο κατά τη διάρκεια της ηφαιστειακής δραστηριότητας όσο και στις ενδιάμεσες περιόδους είναι συνήθως διοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του άνθρακα και υδρόθειο. Τα αέρια αυτά όταν είναι βαρύτερα του αέρα μπορούν να επικάθονται στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, κοντά στο έδαφος, και να προκαλούν θανάτους.

- **Λασποροές**

Οι ταχείες μετακινήσεις προς τα κατάντη μεγάλων όγκων ηφαιστειακών προϊόντων, κορεσμένων σε νερό, ονομάζονται λασποροές. Θεωρούνται φαινόμενο εξαιρετικά επικίνδυνο για τους ανθρώπους και το περιβάλλον.

### **Επίδραση των ηφαιστειών στη ζωή μας**

- Τα ηφαίστεια είναι γνωστά για τις φοβερές τους εκρήξεις, οι οποίες προκαλούν πολλές φορές σεισμούς, και αντιμετωπίζονται από τους περισσότερους ανθρώπους σαν ένα φοβερό, επικίνδυνο και βλαβερό φυσικό φαινόμενο. Πράγματι, οι ηφαιστειακές εκρήξεις αποτελούν συχνά πρόβλημα και μπορεί να έχουν τρομερές επιπτώσεις τόσο σε ανθρωπινές ζωές και στην οικονομία όσο και στο περιβάλλον. Από την άλλη πλευρά, πολλές φορές τα ηφαίστεια αποτελούν ισχυρή πηγή πλούτου για τους ντόπιους κατοίκους

των τόπων όπου βρίσκονται: Οι γεωργικές καλλιέργειες (η γη γύρω από τα ηφαίστεια είναι ιδιαίτερα εύφορη) και η εξόρυξη ηφαιστειογενών ορυκτών και μεταλλευμάτων είναι οι κύριες οικονομικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται γύρω από την ηφαιστειακή δραστηριότητα. Σε άλλες περιπτώσεις τα ηφαίστεια είναι δυνατή πηγή τουρισμού, όπως για παράδειγμα το ηφαίστειο της Σαντορίνης το οποίο δέχεται χιλιάδες τουρίστες κάθε χρόνο. Σπανίως, η ηφαιστειακή δραστηριότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή γεωθερμικής ενέργειας.

## **ΠΡΟΛΗΨΗ-ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ**

Οι ηφαιστειακές εκρήξεις είναι ένα από τα γεωλογικά φαινόμενα που θεωρούνται προβλέψιμα, με την προϋπόθεση ότι η δραστηριότητα ενός ηφαιστείου παρακολουθείται και ελέγχεται μεθοδικά. Για διάφορους όμως λόγους, κύρια οικονομικούς, αυτό επιτυγχάνεται σε ελάχιστες περιπτώσεις ηφαιστειών, σε παγκόσμια κλίμακα. Τα πρόδρομα φαινόμενα των ηφαιστειακών εκρήξεων είναι τα ακόλουθα:

- Σεισμική δραστηριότητα.
- Εδαφικές παραμορφώσεις στο χώρο του ηφαιστείου.
- Υδροθερμικά φαινόμενα.
- Χημικές μεταβολές.

### **Στη φάση της πρόληψης**

Ανεξάρτητα από την προβλεψιμότητα ή όχι των ηφαιστειακών εκρήξεων, η μείωση των απωλειών σε ανθρώπινες ζωές επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της ανάπτυξης λεπτομερών σχεδίων εκκένωσης της περιοχής γύρω από το ηφαίστειο.

Επιπλέον, η μείωση των οικονομικών απωλειών είναι εφικτή μέσω του καθορισμού των χρήσεων γης, ο οποίος είναι αποτέλεσμα λεπτομερούς χαρτογράφησης της ηφαιστειακής επικινδυνότητας των περιοχών γύρω από το ηφαίστειο. Η τελευταία προκύπτει από την επεξεργασία γεωλογικών δεδομένων από προηγούμενα ηφαιστειακά συμβάντα, τοπογραφικών στοιχείων, καθώς και πιθανών μοντέλων διασποράς των ηφαιστειακών προϊόντων, που βασίζονται κυρίως σε μετεωρολογικές παραμέτρους.

### **Στη φάση της αντιμετώπισης**

Συνιστάται η κατασκευή μικρών φραγμάτων για την παρεμπόδιση ή την εκτροπή των ροών λάβας, καθώς και η ψύξη της με τη χρήση τεραστίων ποσοτήτων νερού.

### **Τα ηφαίστεια σε αριθμούς**

1. Η Γη «φιλοξενεί» περί τα 1.500 εν δυνάμει ενεργά ηφαίστεια.
2. Για τα 550 από αυτά υπάρχουν καταγεγραμμένες εκρήξεις.
3. Περισσότερα από 100 ενεργά ηφαίστεια εντοπίζονται στον ευρωπαϊκό χώρο.
4. Στην Ελλάδα και στην Ιταλία έχουν καταγραφεί 140 εκρήξεις, από τον 16ο αιώνα ως σήμερα.
5. Η Ινδονησία κατέχει το θλιβερό προνόμιο της πρωτιάς στις πλέον θανατηφόρες ηφαιστειακές εκρήξεις.
6. Πρώτη σε αριθμό θανάτων είναι η έκρηξη του Tambora (της Ινδονησίας) το 1815: ο λοιμός που προκλήθηκε μετά από αυτήν κόστισε τη ζωή σε περισσότερους από 92.000 ανθρώπους.
7. Δεύτερη σε αριθμό θανάτων είναι η έκρηξη του Krakatau (της Ινδονησίας) το 1883: κόστισε τη ζωή σε περισσότερους από 36.000 ανθρώπους.

Πηγή: Βήμα της Κυριακής

# Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>

# 4.1 Ανεμοστρόβιλος

Ο **ανεμοστρόβιλος** ή επίσημα **αεροδίη**, είναι ένα μικρής έκτασης μετεωρολογικό φαινόμενο μικρής χρονικής διάρκειας. Όπως εξηγεί και το όνομά του πρόκειται για κατακόρυφο ή κεκλιμένο στροβιλισμό του αέρα που διαρκεί από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι λίγα λεπτά της ώρας. Στο βόρειο ημισφαίριο συνήθως η φορά του ανεμοστρόβιλου είναι δεξιόστροφη, σε αντίθεση με το νότιο ημισφαίριο όπου η φορά είναι αριστερόστροφη.



## 4.1.1 Αίτια σχηματισμού

Το φαινόμενο αυτό προκαλείται λόγω του ιξώδους του ατμοσφαιρικού αέρα, ιδιαίτερα όταν θερμές μάζες του υψώνονται με ταχύτητα που υπερβαίνουν κάποιο σχετικό "κρίσιμο όριο", ή όταν συναντούνται αντίθετα ρεύματα αέρος. Μπορεί επίσης να δημιουργηθεί σε κάποιο αιφνίδιο εμπόδιο κινούμενης μάζας αέρος, όπως συμβαίνει κυρίως σε κορυφές βουνών. Τυχόν συνδυασμός δύο παραπάνω παραγόντων αυξάνει πολύ την ένταση του φαινομένου. Στην αγγλική ορολογία οι ανεμοστρόβιλοι ονομάζονται **whirlwinds**. Άλλες ονομασίες είναι "**δαίμονες κονιορτού**" (dustdevils) ή "**στήλες άμμου**" (sandpillars).



## 4.1.2 Χαρακτηριστικά

Ο ανεμοστρόβιλος κάνει εμφανή τη παρουσία του από τη σκόνη (κονιορτό) που παρασύρεται κατά την ανοδική φορά του. Γενικά η διάμετρος του ανεμοστρόβιλου είναι πολύ μικρή, το πολύ λίγα μέτρα, πλην όμως ο άνεμος που αναπτύσσεται σε αυτόν μπορεί να αποκτήσει ένταση στροβιλιζόμενης θύελλας, ενώ ο κονιορτός που αναρπάζεται από το έδαφος φθάνει σε μεγάλο ύψος, με συνέπεια την ελάττωση της ορατότητας τοπικά. Πολλές φορές μπορεί να προκληθούν περιορισμένες καταστροφές, κυρίως από αρπαγή και πτώση επικαθήμενων μικρών αντικειμένων.

Στα μεγαλύτερα ύψη η παρουσία ανεμοστρόβιλου γίνεται αντιληπτή από τις απότομες παρενοχλήσεις που προκαλούνται στις πτήσεις των αεροσκαφών που μπορεί να γίνουν επικίνδυνες για μικρά αεροσκάφη όσο η ένταση αυτού είναι μεγαλύτερη, ειδικότερα στις απογειώσεις και τις προσγειώσεις.

Όταν ένας ανεμοστρόβιλος δημιουργηθεί ή περάσει πάνω από μία επιφάνεια νερού, θάλασσα ή λίμνη, αντί για σκόνη υψώνει ελεύθερα σταγονίδια, οπότε και λαμβάνει λευκό ή γκρίζο χρώμα.



### 4.1.3 Ένταση και ζημιές

Οι περισσότεροι ανεμοστρόβιλοι στη Γη είναι ασθενείς και μικροί σε διαστάσεις, συνήθως με διάμετρο λίγων μέτρων ή ακόμα και μισό έως 1 μέτρο και ύψος μερικά μέτρα, ενώ η μέγιστη ταχύτητα των ανέμων φτάνει κατά μέσο όρο τα 70 χιλιόμετρα/ώρα (45 μίλια/ώρα). Συνήθως διαλύονται σε διάστημα λιγότερο του ενός λεπτού από την δημιουργία τους.

Πολύ σπάνια έχει συμβεί κάποιιο ανεμοστρόβιλο να ενισχυθούν και να μεγαλώσουν, φτάνοντας σε διάμετρο ακόμα και τα 90 μέτρα (300 πόδια) και σε ύψος πάνω από 1.000 μέτρα, με συνολική διάρκεια ζωής έως και τα 20 λεπτά. Σε τέτοιους ακραίους, έχουν κατά καιρούς συμβεί άνεμοι με ταχύτητες που έφτασαν τα 100 - 120 χιλιόμετρα/ώρα (62 - 75 μίλια/ώρα), προκαλώντας σημαντικές ζημιές ή εξαιρετικά σπάνια ακόμα και θύματα.

### 4.1.4 Διαφορές από τον σίφωνα

Πολλές φορές ο ανεμοστρόβιλος συγχέεται με τον σίφωνα, αλλά υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές ανάμεσα στα δύο αυτά φαινόμενα:

- Ο σίφοντας είναι συνήθως μεγαλύτερης έντασης από τον ανεμοστρόβιλο.
- Οι αιτίες και ο τρόπος δημιουργίας του σίφωνα είναι εντελώς διαφορετικές από του ανεμοστρόβιλου, που αιτίες του είναι είτε κάποιο φράγμα, είτε η διαφορά θερμοκρασίας σε πολύ μικρή ακτίνα.
- Ο σίφοντας δημιουργείται μέσα σε τεράστια καταιγιδοφόρα σύννεφα (σωρειτομελανίες) και αποφύεται από τη βάση τους, φτάνοντας έως το έδαφος, ενώ ο ανεμοστρόβιλος «σηκώνεται» από το έδαφος, με εντελώς αίθριο ουρανό ή το πολύ ελαφρά νέφωση.

## 4.2 Σίφωνας

**Σίφωνας** στην Μετεωρολογία (στις ΗΠΑ ονομάζεται **tornado** (*τορνέιντο*) ή ενίοτε στην καθομιλουμένη *twister* (*τουίστερ*)) ή κοινώς *σίφουνας*, ονομάζεται μια ταχέως περιστρεφόμενη στήλη ανέμου η οποία οφείλεται σε πολύ χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση στο κέντρο της στήλης και η οποία αποφύεται από τη βάση τεράστιων καταγιδοφόρων νεφών, γνωστά ως σωρειτομελανίες, έως το έδαφος. Πρόκειται για το πλέον έντονο και βίαιο μετεωρολογικό φαινόμενο και από τα πλέον παράξενα της φύσης. Από την άλλη, συνήθως είναι μικρής διαμέτρου και σύντομης χρονικής διάρκειας και, ως αποτέλεσμα, οι καταστροφές που προκαλεί είναι περιορισμένης έκτασης.

Οι σίφωνες αποτελούν μια παγκόσμια απειλή, καθώς εμφανίζονται τακτικά σε πάρα πολλά σημεία του πλανήτη και σε όλες τις ηπείρους, εκτός από την Ανταρκτική. Οι ετήσιες ανθρώπινες απώλειες λόγω των σιφώνων ανέρχονται σε 300 - 400 άτομα παγκοσμίως, σύμφωνα με τις επίσημες εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού. Ωστόσο, η πλειονότητα των σιφώνων παρατηρείται στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι οποίες έχουν τον μεγαλύτερο αριθμό σιφώνων από κάθε άλλη χώρα και συγκεκριμένα κατά μέσο όρο 1.200 σίφωνες ανά έτος, σχεδόν τέσσερις φορές περισσότερους από το σύνολο ολόκληρης της Ευρώπης (με εξαίρεση τους θαλάσσιους σίφωνες) και ετήσιο απολογισμό συνήθως 60 - 100 θύματα. Αν και δεν υπάρχει πολιτεία των ΗΠΑ στην οποία να μην έχει κατά καιρούς σημειωθεί το φαινόμενο αυτό, ένα ιδιαίτερα μεγάλο ποσοστό των σιφώνων ξηράς της χώρας αυτής, παρατηρείται σε μια περιοχή των κεντρικών Ηνωμένων Πολιτειών, η οποία είναι γνωστή ως **Μονοπάτι των Σιφώνων** (*Tornado Alley*). Γενικότερα όμως, υπό τις κατάλληλες συνθήκες, μπορεί πρακτικώς να συμβεί σίφωνας σε οποιοδήποτε μέρος, ώρα και εποχή κατά τη διάρκεια του έτους. Οι σίφωνες ποικίλουν σε σχήματα και διαστάσεις, ωστόσο η τυπική τους εμφάνιση είναι ένα περιστρεφόμενο σύννεφο σε σχήμα χωνιού, που ενώνει σύννεφα και έδαφος και το κάτω μέρος τους περιβάλλεται από ένα στροβιλιζόμενο σύννεφο σκόνης, που προκαλείται από τους σφοδρούς ανέμους του σίφωνα στο έδαφος. Επίσης, ποικίλουν και σε ένταση και διάρκεια, αν και οι περισσότεροι έχουν ταχύτητες περιστροφικών ανέμων μικρότερες από 110 μίλια / 177 χιλιόμετρα την ώρα, μέσο πλάτος συνήθως 250 πόδια / 75 μέτρα και διάρκεια λίγων λεπτών ή σπανιότερα άνω των τριάντα λεπτών. Κατά συνέπεια, η μέγιστη δυνατή απόσταση μετακίνησής τους είναι τα 20 - 30 χιλιόμετρα. Οι πιο ακραίοι και καταστροφικοί στην ιστορία, έχουν φθάσει σε ταχύτητες ανέμων 250 - 300 μίλια / 400 - 480 χιλιόμετρα την ώρα, διάμετρο έως 1 μίλι / 1,6 χιλιόμετρα ή και

παραπάνω, και διάρκεια άνω της 1 ώρας, συχνά διανύοντας αποστάσεις πάνω από 60 μίλια / 100 χιλιόμετρα.



### 4.2.1 Διακρίσεις

Οι σίφωνες εμφανίζονται τόσο πάνω από την ξηρά, λεγόμενοι **σίφωνες ξηράς**, οι οποίοι θεωρούνται και οι ταχύτεροι άνεμοι στον πλανήτη Γη, όσο και πάνω από τη θάλασσα, οπότε ονομάζονται **σίφωνες θαλάσσης** ή **υδροσίφωνες**. Και τα δύο είδη καλούνται επίσημα και **νεφοστρόβιλοι**, επειδή αποφύονται από τη βάση τεράστιων καταιγιδοφόρων νεφών, που είναι γνωστά ως σωρειτομελανίες, και φτάνουν έως το έδαφος. Σπανιότατα ενδέχεται να αποφύονται από τη βάση ενός σωρείτη, όπως αυτός της διπλανής φωτογραφίας. Πολλοί νεφοστρόβιλοι ξηράς προέρχονται από τη θάλασσα, όπως επίσης και το αντίστροφο. Οι θαλάσσιοι σίφωνες στην αγγλική γλώσσα ονομάζονται **waterspouts**, όρο που πολλοί τον μεταφράζουν σε «*υδροστρόβιλους*», πλην όμως με αυτό τον όρο χαρακτηρίζονται κοινώς οι παλιρροιακές θαλάσσιες δίνες ή άλλα φαινόμενα του παλιρροιακού ρεύματος. Από μερικούς, ιδίως στις σχετικές ανταποκρίσεις των Μέσων Ενημέρωσης στην Ελλάδα, αντί του όρου σίφωνα, χρησιμοποιείται ο όρος *ανεμοστρόβιλος*, με αποτέλεσμα οι σίφωνες να συγχέονται συχνά με τους ανεμοστρόβιλους (whirlwinds). Τυπικά βέβαια, σε κάθε ρεύμα ανέμου που παρουσιάζει περιστροφή (στροβιλισμό), μπορεί να δοθεί η ονομασία ανεμοστρόβιλος, από την πρακτική περιγραφή του φαινομένου. Ωστόσο, οι ανεμοστρόβιλοι ή κονιορτοστρόβιλοι είναι φαινόμενα με άλλες γενεσιουργές αιτίες και συνήθως μικρότερης έντασης από τους σίφωνες.

## 4.2.2 Σχηματισμός

Το κλασικό «υγρές, θερμές αέριες μάζες συγκρούονται με ψυχρά μέτωπα και η ατμοσφαιρική αστάθεια που δημιουργείται προκαλεί σίφωνες» μπορεί να έχει μεγάλη διάδοση στην κοινή γνώμη, καθώς η σύγκρουση αυτή είναι όντως ευνοϊκός παράγοντας, πλην όμως δεν αρκεί από μόνο του να εξηγήσει το φαινόμενο. Αν γινόταν δεκτό ότι αρκεί μόνο αυτός ο παράγοντας, τότε αυτομάτως θα προέκυπτε το ερώτημα γιατί οι σίφωνες δεν εμφανίζονται συχνότερα - θα ήταν ένα φαινόμενο σχεδόν καθημερινό.

Στην πραγματικότητα, όσο περίεργο και αν ακούγεται, *ακόμα και σήμερα δεν το ξέρουμε πλήρως πως σχηματίζονται και λειτουργούν*. Η δημιουργία τους είναι πολύ σύνθετη και φαίνεται ότι συμμετέχουν πολλοί μηχανισμοί. Παρόλο που το φαινόμενο αποτελεί αντικείμενο έρευνας εδώ και 150 χρόνια και εντατικής μελέτης από τη δεκαετία του 1950 και μετά, εξακολουθεί να αποτελεί θέμα τρέχουσας επιστημονικής έρευνας και πολλές πτυχές των σιφώνων παραμένουν άγνωστες. Παρά τα αναπάντητα ερωτήματα όμως σχετικά με τις λεπτομέρειες των συνθηκών και των μηχανισμών, οι βασικές αρχές του σχηματισμού τους είναι πλέον γνωστές. Υπό τις κατάλληλες συνθήκες, πρακτικώς μπορεί να συμβεί σίφωνας σε οποιοδήποτε μέρος, ώρα και εποχή κατά τη διάρκεια του έτους.



## 4.2.3 Ευνοϊκοί παράγοντες

Ενώ οι παρακάτω παράγοντες φαίνεται να είναι γενικά αναγκαίοι, σίφωνες μπορεί περιστασιακά να αναπτυχθούν χωρίς να πληρούν όλες τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

1. Γενικά οι σίφωνες είναι συνηθέστεροι στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, καθώς σε αυτά συναντώνται οι θερμές και υγρές τροπικές αέριες μάζες με ψυχρά πολικά μέτωπα, όπως προαναφέρθηκε.

2. Άλλη προϋπόθεση δημιουργίας σιφώνων, είναι η ύπαρξη αέρα μεγάλης αστάθειας και υγρασίας.
3. Η πλέον ευνοϊκή αστάθεια για το σχηματισμό τους, είναι μία αρκετά ισχυρή κατακόρυφη πτώση της θερμοκρασίας με το ύψος, με ταυτόχρονο εγκλωβισμό λανθάνουσας θερμότητας στα χαμηλότερα στρώματα της τροπόσφαιρας (μέχρι και 1 - 2 χιλιόμετρα υψόμετρο) και η αύξηση της μάζας του αέρα που ανυψώνεται βίαια.
4. Οι μηχανισμοί ανύψωσης αέριων μαζών μπορεί να είναι θερμικοί (ηλιακή ακτινοβολία, καταιγίδες) ή δυναμικοί (ψυχρά μέτωπα) και ειδικότερα:
  - Λόγω της εντονότερης ηλιακής ακτινοβολίας το μεσημέρι, προκαλείται υπερθέρμανση κοντά στο έδαφος, επαυξάνοντας την ανοδική τάση και γι' αυτό οι σίφωνες συνήθως εμφανίζονται αργά το απομεσήμερο, λίγη ώρα μετά την μεγαλύτερη θερμοκρασία του 24-ώρου.
  - Μία σημαντική πηγή ενέργειας, είναι αυτή των καταιγίδων. Κατά τη διάρκειά τους, αποθηκεύεται στην ατμόσφαιρα λανθάνουσα θερμότητα που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της συμπύκνωσης των υδρατμών. Αυτό το πρόσθετο ποσό της θερμότητας ενισχύει τα βίαια ανοδικά ρεύματα, επειδή ο θερμότερος αέρας είναι ελαφρύτερος και επομένως ανυψώνεται σαν αερόστατο.
  - Για τους σίφωνες, τα ευνοϊκότερα ψυχρά μέτωπα είναι εκείνα που σχηματίζονται μεταξύ θαλάσσιας πολικής και θαλάσσιας τροπικής μετακινούμενης αέριας μάζας, οπότε ο ψυχρός αέρας εισχωρεί κυριολεκτικά, υπό την μορφή πλώρης πλοίου, μέσα στον θερμό αέρα, σε μικρό πάντα ύψος από την επιφάνεια.

Τότε ο ψυχρός αυτός αέρας υπερκαλύπτει και εγκλωβίζει τον θερμό αέρα, αντί να σφηνωθεί από κάτω του όπως συνήθως, προκαλώντας τρομακτική ανισορροπία και αστάθεια στην ατμόσφαιρα. Ο θερμός αέρας ορμάει κυριολεκτικά προς τα πάνω με μεγάλη ταχύτητα και τελικά, σε ένα ή περισσότερα σημεία ανύψωσης, κατορθώνει να διαφύγει προς τα πάνω, υπό την μορφή τεράστιας φυσαλίδας, με συνέπεια τη δημιουργία σφοδρού ανοδικού ρεύματος και την πτώση της ατμοσφαιρικής πίεσης στο σημείο ανύψωσης.

Ταυτόχρονα, η συνάντηση ισχυρών ρευμάτων αέρα από αντίθετες κατευθύνσεις δίνει στην ανοδική στήλη μια περιστροφική κίνηση. Η ήδη ανοδική κίνηση στο κέντρο του κάτω μέρους της ροής αέρα προς τον άξονα περιστροφής, λειτουργεί σαν τουρμπίνα και προκαλεί τεράστια αύξηση της ταχύτητας του ανέμου μέσα στην στροβιλιζόμενη στήλη.

Παράλληλα με την πτώση της πίεσης λόγω της ανοδικής διαφυγής του θερμού αέρα, η φυγόκεντρος δύναμη απομακρύνει περαιτέρω τις αέριες μάζες από το κέντρο του σίφωνα. Ως αποτέλεσμα, η διαφορά πίεσης μεταξύ του εσωτερικού των σιφώνων και του ατμοσφαιρικού αέρα γύρω από αυτούς είναι πολύ μεγάλη.

Να σημειωθεί ότι οι σίφωνες εκδηλώνονται κυρίως στο ψυχρό μέτωπο που σχηματίζεται στην λεγόμενη σφήνα ύφεσης, καθώς και σε άλλα (ψυχρά κυρίως) μέτωπα όταν αυτά παρουσιάζουν μεγάλη δραστηριότητα.

## 4.2.4 Μεσοκυκλώνας

Οι πιο καταστροφικοί και θανατηφόροι σίφωνες πάντως, προκαλούνται από ένα είδος σοβαρών καταιγίδων που ονομάζονται υπερκύτταρα (supercells). Μάλιστα, ενώ μόνο 1 στις 100 κοινές καταιγίδες παράγει σίφωνα, αντιθέτως, υπολογίζεται ότι το 1 στα 5 έως 6 υπερκύτταρα γεννά σίφωνες. Ευτυχώς όμως συμβαίνουν σπάνια, καθώς έχει βρεθεί στατιστικά ότι μόνο 1 στις 1.000 καταιγίδες γίνεται υπερκύτταρο. Πρόκειται για βαριές καταιγίδες, με διάρκεια ζωής άνω των 6 ωρών, που χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη διατμητικών ανέμων, δηλαδή ανέμων με μεγάλες αλλαγές ταχύτητας και κατεύθυνσης σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Με την χρήση των ραντάρ, έχει διαπιστωθεί ότι οι διατμητικοί άνεμοι συχνά προκαλούν στροβιλισμό του αέρα, ενώ τα ισχυρά ανοδικά ρεύματα κυριολεκτικά «αρπάζουν» τον στροβιλισμό προς τα πάνω. Καθώς ο στροβιλισμός δημιουργεί μία σταθερή στήλη, αρχίζει να κερδίζει δύναμη και να απορροφά το ανοδικό ρεύμα μέσα σε αυτό, αναγκάζοντάς το να στροβιλίζεται επίσης και ενισχύοντας έτσι τη δίνη. Με τον μηχανισμό αυτό, δημιουργείται ένας **μεσοκυκλώνας (mesocyclone)**, που είναι ένας μεγάλος κατακόρυφος στρόβιλος αέρα με διάμετρο 2 έως 10 χιλιόμετρα, εντός της καταιγίδας. Πρακτικώς, είναι ένα είδος τροπικού κυκλώνα με τοπικό χαρακτήρα: μια στήλη ανοδικού αέρα, που συνδέεται με μια εντοπισμένη περιοχή χαμηλής πίεσης μέσα σε μια σοβαρή καταιγίδα και περιστρέφεται γύρω από έναν κάθετο άξονα, συνήθως προς την ίδια κατεύθυνση με τα συστήματα χαμηλής πίεσης σε ένα δεδομένο ημισφαίριο - στο βόρειο ημισφαίριο αντίθετα της φοράς των δεικτών του ωρολογίου, ενώ στο νότιο ημισφαίριο σύμφωνα με αυτή.

Υπό κάποιες συνθήκες, που ακόμα και σήμερα δεν έχουν εξηγηθεί, μερικές φορές η περιστροφή βαθαίνει και τελικά επεκτείνεται μέχρι το έδαφος, οπότε το κάτω μέρος του μεσοκυκλώνα καταγράφεται ως σίφωνα. Επίσης, υπάρχει και ένα πολύ σπάνιο και ακραίο ενδεχόμενο, στο

οποίο ολόκληρη η καταιγίδα αρχίζει να περιστρέφεται γύρω από την ανοδική στροβιλιζόμενη στήλη του μεσοκυκλώνα, δημιουργώντας έτσι έναν «μίνι-κυκλώνα». Ειδικά αυτός ο τρόπος σχηματισμού σίφωνα θεωρείται ως εξαιρετικά επικίνδυνος, καθώς αν συμβεί, αυξάνει την πιθανότητα δημιουργίας ενός βίαιου και σφοδρού σίφωνα τεράστιων διαστάσεων.



## 4.2.5 Αεροχείμαρρος

Ήδη από τη δεκαετία του 1960, με βάση σχετικές μελέτες που έγιναν στις ΗΠΑ μεταξύ του 1945 και του 1960, άρχισε να μελετάται και το ενδεχόμενο να παίζουν κάποιες φορές και οι αεροχείμαρροι σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό ορισμένων σιφώνων, ιδίως των πλέον σφοδρών και καταστροφικών. Εικάζεται ότι τα ισχυρά ανοδικά ρεύματα που παρατηρούνται σε βαριές καταιγίδες, αν τυχόν φτάσουν σε μεγάλα ύψη, μπορεί να «πιαστούν» από αεροχειμάρρους και να αρχίσουν να περιστρέφονται βιαίως. Ενδεχομένως έτσι να δημιουργείται μία τεράστια περιστρεφόμενη στήλη, γνωστή ως μεσοκυκλώνας, όπως προαναφέρθηκε, με το ενδεχόμενο η στήλη αυτή να στραφεί προς το έδαφος, δημιουργώντας έτσι τον σίφωνα.





## 4.2.6 Εμφάνιση και σχήμα

Μερικοί σίφωνες ασθενούς ή μέτριας έντασης και ιδιαίτερα όσοι σχηματίζονται σε πολύ ξηρή ατμόσφαιρα, μπορεί να μην είναι πλήρως ορατοί. Κατά κανόνα πάντως, η πολύ χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση ωθεί τους ήδη ισχυρούς ανέμους να επιταχύνουν ακόμα περισσότερο και η βίαιη περιστροφή συνήθως αναγκάζει τους υδρατμούς των νεφών να αρχίσουν να χαμηλώνουν. Δημιουργείται έτσι μια περιστρεφόμενη βάση νεφών, γνωστή ως **σύννεφο-χοάνη (funnel cloud)**, που οδηγεί στη δημιουργία στήλης, η οποία συνεχίζει να χαμηλώνει καθώς αυξάνει η ένταση του ανέμου κοντά στο έδαφος. Τελικά, η ορατή στήλη ακουμπά στο έδαφος και τότε θεωρείται επισήμως ως **σίφωνα (tornado)**.

Πάντως με τον όρο «σίφωνα» γίνεται αναφορά στον στροβιλιζόμενο άνεμο και **όχι** στο χοανοειδές σύννεφο. Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι υποχρεωτικό να είναι πλήρως ορατό το περιστρεφόμενο σύννεφο μεταξύ εδάφους και βάσης νεφών. Επισήμως, ακόμα και όταν η στήλη δεν είναι ορατή, αν οι προκαλούμενοι στροβιλιζόμενοι άνεμοι στο έδαφος ξεπερνούν σε ταχύτητα ένα όριο που εξαρτάται από την κλίμακα που χρησιμοποιείται (στην Κλίμακα Φουτζίτα τα 40 μίλια / 64 χιλιόμετρα την ώρα, στην Ενισχυμένη Κλίμακα Φουτζίτα τα 65 μίλια / 105 χιλιόμετρα την ώρα και στην Κλίμακα TORRO τα 39 μίλια / 63 χιλιόμετρα την ώρα), τότε το φαινόμενο καταγράφεται επίσης ως σίφωνα.

Η κλασική εμφάνιση των σιφώνων, που τους διαφοροποιεί εμφανώς από τους ανεμοστρόβιλους, ακόμα και για όσους δεν γνωρίζουν σχετικά με μετεωρολογικές παρατηρήσεις, είναι «σαν *προβοσκίδα ελέφαντα*» που αποφύεται από τη βάση καταιγιδοφόρων νεφών (σωρειτομελανίες) έως το έδαφος. Το κάτω μέρος τους περιβάλλεται από ένα στροβιλιζόμενο σύννεφο σκόνης που προκαλείται από τους σφοδρούς ανέμους του σίφωνα στο έδαφος, ενώ όταν περνάει μέσα από κατοικημένη περιοχή ακολουθούν ηλεκτρικές βραχυκυκλώσεις ηλεκτροφόρων καλωδίων και αν είναι στην επιφάνεια της θάλασσας δίνει την εικόνα κοχλασμού. Τότε ψάρια, βατράχια και διάφορα άλλα αντικείμενα αναρροφώνται μέσα στην προβοσκίδα από τον ανοδικό στροβιλιζόμενο άνεμο και ρίπτονται αργότερα σε κάποια απόσταση επί της κινούμενης τροχιάς. Ειδικότερα όταν αναρροφώνται και ρίπτονται ψάρια ή άλλα ζώα, μπορεί να προκληθεί το φαινόμενο της βροχής ζώων, κατά το οποίο νεκρά ή και ζωντανά ζώα πέφτουν από τον ουρανό, σε μεγάλες ποσότητες.

Μερικές φορές, δύο ή περισσότερες δίνες μπορεί να σχηματιστούν στο εσωτερικό ενός μεγαλύτερου σίφωνα, φαινόμενο που αναφέρεται ως «**σίφωνα πολλαπλών στροβιλισμών**» (**multiple vortex tornado**) ή πρακτικώς «σίφωνα μέσα σε σίφωνα» («a tornado inside

tornado»). Οι στροβιλισμοί αυτοί, είναι ικανοί να προσθέσουν ακόμα και πάνω από 100 μίλια / 160 χιλιόμετρα την ώρα επιπλέον ταχύτητα στους ανέμους του σίφωνα στο έδαφος. Άλλες φορές, εναλλακτικά, ένας ή περισσότεροι «**δορυφορικοί σίφωνες**» (**satellite tornadoes**), συνήθως μικρών διαστάσεων, περιστρέφονται γύρω από έναν σίφωνα μεγάλων διαστάσεων. Παρά τον γενικό κανόνα της εμφάνισης «σαν προβοσκίδα ελέφαντα» όμως, ορισμένοι τεράστιοι καταστρεπτικοί σίφωνες με μεγάλα πλάτη φαίνονται σαν μια στροβιλιζόμενη μαύρη θολή μάζα που καλύπτει μια ολόκληρη περιοχή («σαν μαύρα σύννεφα να στριφογυρίζουν» ή «σαν στροβιλιζόμενη ομίχλη», όπως έχει κατά καιρούς περιγραφεί) και ενδεχομένως να έχουν τόσο τεράστια διάμετρο, που να είναι μεγαλύτερη από την απόσταση μεταξύ εδάφους και νεφών. Τέτοιοι σίφωνες αναφέρονται ως **σφηνοειδείς σίφωνες (wedge tornadoes)** ή απλά σφήνες (wedges). Είναι εξαιρετικά επικίνδυνοι διότι:

- Συνήθως οι πλέον σφοδροί, καταστροφικοί και θανατηφόροι σίφωνες είναι σφηνοειδείς, αν και αυτό δεν ισχύει πάντα.
- Λόγω της εμφάνισής τους, έχουν κατά καιρούς ξεγελάσει ακόμα και έμπειρους παρατηρητές καταιγίδων, καθώς ακόμα και οι πλέον ικανοί δεν μπορούν πάντα να ξεχωρίσουν τη διαφορά ανάμεσα σε μια μάζα νεφών χαμηλά πάνω από το έδαφος και έναν σφηνοειδή σίφωνα, όταν είναι ακόμα μακριά. Ως αποτέλεσμα, έχουν επανειλημμένα δημιουργήσει λανθασμένη εντύπωση εφησυχασμού σε ανύποπτα ή ενίοτε ακόμα και σε έμπειρα άτομα, τα οποία δεν κατάλαβαν εγκαίρως τον κίνδυνο παρά μόνο όταν ήταν πια αργά.

Η συχνότητα εμφάνισής τους, ευτυχώς, δεν είναι μεγάλη, καθώς ακόμα και στις ΗΠΑ οι σίφωνες έχουν μέσο πλάτος 150 μέτρα / 500 πόδια σε όλη την παραμονή τους στο έδαφος. Ωστόσο, υπάρχει ένα ευρύ φάσμα πιθανών μεγεθών. Οι λεγόμενοι σφηνοειδείς σίφωνες (wedge tornadoes) μπορεί να φτάσουν σε διάμετρο ακόμα και το ένα μίλι / 1,6 χιλιόμετρα ή και παραπάνω. Το επίσημο ρεκόρ συνέβη σε έναν σίφωνα έντασης EF5, με μέγιστη ταχύτητα ανέμου 296 μίλια / 476 χιλιόμετρα την ώρα, που συνέβη κοντά στο Ελ Ρένο της Οκλαχόμα, στις 31 Μαΐου 2013, ο οποίος έφτασε σε διάμετρο έως και 2,6 μίλια / 4,2 χιλιόμετρα στο αποκορύφωμα της διαδρομής του. Στην άλλη άκρη του φάσματος, ασθενείς σίφωνες ή μερικές φορές και ισχυροί σίφωνες, μπορεί να είναι εξαιρετικά στενοί και τότε αναφέρονται ως **σίφωνες-σκουινιά (rope tornadoes)**, με διάμετρο λίγες δεκάδες μέτρα ή κατά καιρούς ακόμα και μερικά μέτρα. Ένας σίφωνας αναφέρθηκε κάποτε να έχει πλάτος ζημιών μόλις 7 πόδια / 2 μέτρα. Το πιο τρομακτικό ενδεχόμενο πάντως, είναι ο σίφωνας να μην φαίνεται, κάτι το οποίο τυχαίνει κάποιες φορές όταν κρύβεται από καταρρακτώδη βροχή ή σύννεφα σκόνης αν στην περιοχή επικρατεί αμμοθύελλα ή

το σκοτάδι αν συμβεί σε βραδινές ώρες. Οι σίφωνες αυτοί θεωρούνται ως οι πλέον επικίνδυνοι, καθώς ακόμα και οι πιο έμπειροι μετεωρολόγοι μπορεί να μην τους διακρίνουν καν. Πρακτικώς, μπορούν να γίνουν αντιληπτοί μόνο με παρατηρήσεις με ραντάρ καιρού ή ενδεχομένως από τον έντονο ήχο τους, αλλά το τελευταίο μόνο σε πολύ κοντινή προσέγγιση, όταν ο χρόνος αντίδρασης είναι πλέον ελάχιστος. Ευτυχώς όμως, οι σίφωνες δημιουργούνται συνήθως στα τμήματα των καταιγίδων που σημειώνονται ισχυρά ανοδικά ρεύματα, με αποτέλεσμα τα τμήματα αυτά να είναι χωρίς βροχή, καθιστώντας τους ορατούς. Επίσης, οι περισσότεροι σίφωνες εμφανίζονται νωρίς το απόγευμα, όταν το φως από τον λαμπερό ήλιο μπορεί να διεισδύσει ακόμη και μέσα από τα πιο ογκώδη και βαριά σύννεφα. Ακόμα και οι σίφωνες που συμβαίνουν την νύχτα, συνήθως φωτίζονται έντονα από συχνούς κεραυνούς και αστραπές. Υπάρχουν διαρκώς αυξανόμενα στοιχεία, που έχουν προέλθει από εικόνες αυτοκινούμενων ραντάρ Ντόπλερ («Doppler On Wheels») και αυτόπτες μάρτυρες, ότι οι περισσότεροι σίφωνες έχουν ένα καθαρό, ήρεμο κέντρο, με πολύ χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση, παρόμοιο με το μάτι των τροπικών κυκλώνων. Αυτό το κέντρο θα πρέπει να είναι γεμάτο από άφθονη σκόνη, να έχει σχετικά ασθενείς ανέμους και να είναι πολύ σκοτεινό, δεδομένου ότι το φως θα μπλοκάρεται από τους στροβιλιζόμενους υδρατμούς και τα συντρίμια στο εξωτερικό του σίφωνα. Αστραπές και κεραυνοί λέγεται ότι είναι η πηγή του φωτισμού, σύμφωνα με όσους ισχυρίζονται ότι έχουν δει το εσωτερικό ενός σίφωνα.

## 4.2.7 Ένταση και καταστροφές

Για πολλά χρόνια, πριν από την έλευση της φορητής κάμερας και του ραντάρ Doppler (Ντόπλερ), οι επιστήμονες δεν διέθεταν τίποτα περισσότερο από αυθαίρετες υποθέσεις ως προς την ταχύτητα των ανέμων σε έναν σίφωνα. Τα μόνα στοιχεία που μπορούσαν να δώσουν κάποιες πιθανές ενδείξεις για την ταχύτητα του ανέμου μέσα στους σίφωνες, ήταν οι ζημιές που άφηναν πίσω τους όσοι έπλητταν κατοικημένες περιοχές.

Λόγω της έλλειψης τεκμηριωμένων στοιχείων και της σύγχυσης που έμενε μετά την καταστροφή, ωστόσο, υπήρχε μία τάση να «εξογκώνονται» τα νούμερα. Για παράδειγμα, μπορεί κάποιος να έβλεπαν έναν σηματοδότη να έχει λυγίσει σε γωνία 30 μοιρών και να πίστευαν ότι χρειαζόταν ένας άνεμος της τάξης των 600 μιλίων / 1.000 χιλιομέτρων την ώρα για να καταφέρει κάτι τέτοιο, αγνοώντας ότι ένα αυτοκίνητο είχε προηγουμένως εκτοξευτεί πάνω του, τον είχε λυγίσει και μετά το όχημα είχε μετακινηθεί προκειμένου να απελευθερωθεί χώρος για τα

σωστικά συνεργεία. Πολλοί πίστευαν ότι η ταχύτητα αυτή φτάνει τα 400 μίλια / 640 χιλιόμετρα την ώρα, μερικοί ότι θα μπορούσε να υπερβαίνει τα 500 μίλια / 800 χιλιόμετρα την ώρα, πλησιάζοντας την ταχύτητα του ήχου και κάποιοι ακραίοι ότι ίσως να είναι ακόμα και υπερηχητική!

Από τη δεκαετία του 1970, ωστόσο, με την ανάπτυξη των μέσων οπτικής καταγραφής και μελέτης, τα νούμερα αυτά περιορίστηκαν σε πιο λογικά όρια. Πάντως χρειάζεται ακόμα προσοχή, διότι τα πρώτα ντοκιμαντέρ και πολλά παλαιά βιβλία, που ίσως να κυκλοφορούν ακόμα και σήμερα σε επανεκδόσεις, παρουσιάζουν τέτοιες αβάσιμες θεωρίες και μπορεί κατά καιρούς να επηρεάζουν κάποια έντυπα ή ιστοσελίδες αμφιβόλου ποιότητας.

Στις ΗΠΑ, από το 1971, οι σίφωνες άρχισαν να ταξινομούνται επίσημα με βάση την Κλίμακα Φουτζίτα (Fujita Scale) και από τις 1 Φεβρουαρίου 2007 την Ενισχυμένη Κλίμακα Φουτζίτα, οι οποίες βασίζονται στην πρακτική εκτίμηση των καταστροφών που προκαλούν. Η Ενισχυμένη Κλίμακα Φουτζίτα / Enhanced Fujita (EF) Scale ήταν μια ενισχυτική αναβάθμιση της παλαιότερης Κλίμακας Φουτζίτα και αναπτύχθηκε μεταξύ του 2000 και του 2004 από εμπειρογνώμονες ειδικούς, χρησιμοποιώντας μηχανικές εκτιμήσεις της ταχύτητας του ανέμου και καλύτερη περιγραφή των ζημιών. Η Ενισχυμένη Κλίμακα Φουτζίτα σχεδιάστηκε έτσι ώστε ένας σίφοντας που είχε ταξινομηθεί με βάση την αρχική Κλίμακα Φουτζίτα θα μπορούσε να λάβει αντίστοιχη αριθμητική ταξινόμηση από το 0 έως το 5, αλλά με πιο ρεαλιστική ταχύτητα ανέμων και επιπλέον συνυπολογισμό και του είδους της οικοδομής κατά την εκτίμηση των καταστροφών.

Οι κλίμακες Φουτζίτα ξεκινούν από τους **F0** και **EF0**, που προκαλούν μικρές ζημιές μόνο σε δέντρα και καπνοδόχους, και φτάνουν ως τους **F5** και **EF5**, που καταστρέφουν ολοκληρωτικά τα πάντα, αφήνοντας μόνο τα θεμέλια των κτιρίων και μπορούν να προκαλέσουν σημαντικές κατασκευαστικές παραμορφώσεις σε μεγάλους ουρανοξύστες. Η Ενισχυμένη Κλίμακα Φουτζίτα ξεκίνησε από τις ΗΠΑ στις 1 Φεβρουαρίου 2007 και επεκτάθηκε στον Καναδά από τις 1 Απριλίου 2013.

Η εφαρμογή των κλιμάκων Φουτζίτα στην Ευρώπη είναι πρακτικώς εξαιρετικά δύσκολη, δεδομένου ότι τα στάνταρ της ευρωπαϊκής οικοδόμησης των σπιτιών και το μέγεθος των λεγόμενων κινητών κατοικιών διαφέρουν σημαντικά από τα αμερικανικά. Στις περισσότερες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μεταξύ των οποίων και στην Ελλάδα, χρησιμοποιείται αντίστοιχα, από το 1975, η Κλίμακα TORRO, που ξεκινάει από τους **T0**, για εξαιρετικά ασθενείς σίφωνες, και φτάνει ως τους **T11**, δηλαδή οι πλέον καταστρεπτικοί στην παγκόσμια ιστορία, οι

οποίοι επιτυγχάνουν ταχύτητες ανέμων  $\geq 300$  μίλια / 483 χιλιόμετρα την ώρα. Ωστόσο, τα περισσότερα έντυπα και ιστοσελίδες αναφέρουν ως μέγιστο επίπεδο το **T10**, λόγω της σπανιότητας των T11, οι οποίοι υπολογίζεται ότι συμβαίνουν μόλις ελάχιστες φορές ανά αιώνα σε παγκόσμια κλίμακα. Η αρχική Κλίμακα Φουτζίτα εξακολουθεί να χρησιμοποιείται στο μεγαλύτερο μέρος του υπόλοιπου κόσμου. *(Για περισσότερες λεπτομέρειες δείτε: Κλίμακα Φουτζίτα, Ενισχυμένη Κλίμακα Φουτζίτα και Κλίμακα TORRO.)*

Στις ΗΠΑ το 80% των σιφώνων περιορίζονται στους «**ασθενείς σίφωνες**» (**weak tornadoes**) EF0 και EF1 (ή T0 - T3), με ταχύτητες ανέμων από 65 μίλια / 105 χιλιόμετρα την ώρα έως 110 μίλια / 177 χιλιόμετρα την ώρα, μέσο πλάτος γύρω στα 250 πόδια / 75 μέτρα και διάρκεια λίγων λεπτών, ενώ πολύ σπάνια άνω της μισής ώρας. Συνεπώς, η μέγιστη δυνατή απόσταση μετακίνησής τους είναι τα 20 - 30 χιλιόμετρα. Ο όρος «ασθενείς» πάντως είναι σχετικός, διότι ακόμα και αυτοί μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές. Μεταξύ του 1997 και του 2005 στις ΗΠΑ, καταγράφηκαν 38 θάνατοι από σίφωνες έντασης F1 και 3 θάνατοι από σίφωνες έντασης F0, ενώ και στην Ελλάδα, στις 29 Φεβρουαρίου 2004, ένας μικρής διάρκειας θαλάσσιος σίφωνας έντασης T0 / F0 προκάλεσε το θάνατο 10χρονου αγοριού στην παραλία της Πιερίας, όταν σήκωσε βάρκα και την εκτόξευσε πάνω του. Πρακτικώς, ακόμα και ο ασθενέστερος σίφωνας μπορεί να σκοτώσει.

Μόλις το 1% των σιφώνων είναι «**βίαιοι / σφοδροί σίφωνες**» (**violent tornadoes**) EF4 και EF5 (ή T8 - T11), αλλά όταν συμβούν επιτυγχάνουν ταχύτητες ανέμων που μπορεί να φτάσουν ακόμα και τα 250 - 300 μίλια / 400 - 480 χιλιόμετρα την ώρα, διάμετρο έως 1 μίλι / 1,6 χιλιόμετρα και διάρκεια άνω της 1 ώρας, συχνά διανύοντας αποστάσεις πάνω από 60 μίλια / 100 χιλιόμετρα. Οι «**ισχυροί σίφωνες**» (**strong tornadoes**) EF2 και EF3 (ή T4 - T7) κυμαίνονται ανάμεσα στις δύο προηγούμενες κατηγορίες.

Εκτός των ΗΠΑ και της Βόρειας Αμερικής γενικά, οι βίαιοι σίφωνες (EF4 και EF5) είναι εξαιρετικά σπάνιοι. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω του μικρότερου αριθμού των συνολικά παρατηρούμενων σιφώνων, καθώς οι έρευνες δείχνουν ότι η κατανομή των ποσοστών στην ένταση των σιφώνων είναι σχετικά παρόμοια στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Κατά καιρούς πάντως έχουν υπάρξει και στην Ευρώπη, ακόμα και στη Μεσόγειο. Ο πιο βίαιος σίφωνας που εμφανίστηκε ποτέ στη Μεσόγειο και πιθανώς και σε ολόκληρη την Ευρώπη, θεωρείται ότι ήταν η «τρομπέτα του Montello» κοντά στην πόλη Volpago del Montello, στην επαρχία του Τρεβίζο της περιφέρειας Βένετο της Ιταλίας, στις 24 Ιουλίου 1930. Με βάση τις καταστροφές που προκάλεσε, εκτιμήθηκε ότι οι άνεμοι έφτασαν σε ταχύτητες που πλησίασαν κοντά στα 500 χιλιόμετρα την ώρα, δηλαδή στις σημερινές κατηγορίες F5 ή EF5 ή T11. Επίσης,

κατάφερε να διανύσει διαδρομή 80 χιλιομέτρων σε 84 λεπτά και κόστισε 23 ανθρώπινες ζωές. Ειδικότερα στην Ελλάδα, οι ισχυρότεροι σίφωνες που παρατηρούνται φτάνουν έως και το επίπεδο έντασης T6 (161 - 186 μίλια την ώρα ή 260 - 299 χιλιόμετρα την ώρα) ή αντίστοιχα (αν ληφθεί ως αποκλειστικό κριτήριο η ταχύτητα των ανέμων) F3 και με την νέα κλίμακα EF4.

Εκτός από την εκτίμηση των ζημιών, μπορούν επίσης να αναλυθούν στοιχεία από ραντάρ Ντόπλερ (Doppler), φωτογραμμετρίας, αποτυπώματα στροβιλισμού στο έδαφος (κυκλοειδή σήματα / cycloidal marks) και μαρτυρίες αυτοπτών μαρτύρων και των μέσων ενημέρωσης, για να προσδιοριστεί η ένταση και να επιτευχθεί η ταξινόμηση. Οι σίφωνες ποικίλλουν σε ένταση ανεξάρτητα από το σχήμα, το μέγεθος και την τοποθεσία, αν και οι ισχυροί σίφωνες είναι συνήθως μεγαλύτεροι σε πλάτος από τους ασθενέστερους. Πολλοί σφοδροί και καταστροφικοί είναι σφηνοειδείς σίφωνες (wedge tornadoes), δηλαδή τεράστιου πλάτους, αν και αυτό δεν ισχύει πάντα. Έχουν υπάρξει και στενοί σίφωνες με εμφάνιση «σαν προβοσκίδα ελέφαντα» έντασης F4 και F5, ακόμα και σίφωνες «σαν σκοινιά» (rope tornadoes) έντασης F4 και μάλιστα έχει καταγραφεί σίφωνα έντασης F5 με πλάτος μόλις 90 μέτρα σε κάποιο σημείο της διαδρομής του. Αντιστρόφως, έχουν συμβεί συχνά σίφωνες έντασης F0 και F1 τόσο μεγάλοι που καλύπτουν ολόκληρες κωμοπόλεις κατά το πέρασμά τους μέσα από κατοικημένες περιοχές και φαίνονται «σαν μία παράξενη ομίχλη που σκέπασε την πόλη, με ελαφρώς περιστροφική κίνηση», όπως έχει κατά καιρούς περιγραφεί από όσους έχουν δει το φαινόμενο αυτό.

Παρομοίως, αν και ο συσχετισμός με το μήκος της απόστασης που διανύουν και τη διάρκεια ζωής τους ποικίλλει επίσης, οι σίφωνες με μεγάλη διαδρομή στο έδαφος έχουν την τάση να είναι ισχυρότεροι.

Η ταχύτητα μετακίνησής τους από το ένα σημείο στο άλλο είναι συνήθως 20 - 30 μίλια την ώρα (32 - 48 χιλιόμετρα την ώρα), ενώ σπανιότερα ακόμα και 40 μίλια / 64 χιλιόμετρα την ώρα, αν και το ρεκόρ είναι 73 μίλια / 117 χιλιόμετρα την ώρα και συνέβη στον Σίφωνα των Τριών Πολιτειών (Tri-State Tornado) του 1925. Επομένως η διάβασή τους από ένα επίγειο σημείο διαρκεί από μερικά δευτερόλεπτα έως 2 λεπτά της ώρας. Αντιστρόφως, ορισμένοι μπορεί να παραμείνουν ακίνητοι στην ίδια περιοχή για αρκετή ώρα, αυξάνοντας έτσι το μέγεθος της καταστροφής που προκαλούν. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που δύο σίφωνες με ίδια ένταση και πλάτος μπορεί να αφήσουν πίσω τους ζημιές διαφορετικής κλίμακας, δημιουργώντας μετά σύγχυση στους εμπειρογνώμονες ως προς την εκτίμηση της πραγματικής ταχύτητας των ανέμων μέσα στον σίφωνα.

## 4.2.8 Κλιματολογία

### Χώρες με συχνή εμφάνιση σιφώνων

Αν και οι σίφωνες αποτελούν μια παγκόσμια απειλή, καθώς εμφανίζονται σχεδόν παντού στον κόσμο και σε όλες τις ηπείρους, εκτός από την Ανταρκτική, ωστόσο οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν το μεγαλύτερο αριθμό σιφώνων από κάθε άλλη χώρα, σχεδόν τέσσερις φορές περισσότερους από το σύνολο ολόκληρης της Ευρώπης, με εξαίρεση τους θαλάσσιους σίφωνες. Αυτό οφείλεται κυρίως στη μοναδική γεωγραφία της ηπείρου. Η Βόρεια Αμερική είναι μία μεγάλη ήπειρος που εκτείνεται από τις τροπικές περιοχές μέχρι τις αρκτικές περιοχές, και δεν έχει σημαντικές οροσειρές που να εκτείνονται από τα ανατολικά προς τα δυτικά για να εμποδίζουν τη ροή του αέρα μεταξύ των δύο αυτών ακραίων περιοχών. Στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη, όπου παρατηρούνται οι περισσότεροι σίφωνες, τα Βραχώδη Όρη εγκλωβίζουν την υγρασία και περιορίζουν την ατμοσφαιρική κυκλοφορία, περιορίζοντας τον ξηρό αέρα στα μέσα επίπεδα της τροπόσφαιρας και προκαλώντας τον σχηματισμό μιας περιοχής χαμηλής πίεσης στα ανατολικά των βουνών. Η αυξημένη ροή δυτικά από τα Βραχώδη Όρη προκαλεί τη δημιουργία μιας γραμμής ξηρού μετώπου (όταν είναι ισχυρή), ενώ και ο Κόλπος του Μεξικού παρέχει (στο νότιο ρεύμα αέρα, προς τα ανατολικά του) άφθονη υγρασία στα χαμηλότερα επίπεδα της τροπόσφαιρας. Αυτή η μοναδική τοπογραφία επιτρέπει συχνές συγκρούσεις ανάμεσα σε θερμές και ψυχρές αέριες μάζες, δηλαδή τις ευνοϊκές συνθήκες που τροφοδοτούν ισχυρές και μακράς διάρκειας καταιγίδες κατά τη διάρκεια ολόκληρου του έτους.να μεγάλο ποσοστό των σιφώνων που προκαλούν, παρατηρείται σε ένα τμήμα των κεντρικών Ηνωμένων Πολιτειών, το οποίο είναι γνωστό ως **Μονοπάτι των Σιφώνων (Tornado Alley)**. Η περιοχή αυτή εκτείνεται και στον Καναδά, ιδίως στις επαρχίες Οντάριο, Μανιτόμπα, Σασκάτσουαν και Αλμπέρτα, αν και το νοτιοανατολικό Κεμπέκ, το δυτικό Νέο Μπράνσγουικ και το εσωτερικό της Βρετανικής Κολομβίας είναι επίσης επιρρεπείς στο φαινόμενο. Περιστασιακά, επίσης, συμβαίνουν σίφωνες και στο βορειοανατολικό Μεξικό.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες καταγράφονται κατά μέσον όρο 1.200 σίφωνες ετησίως, με απολογισμό συνήθως 60 - 100 θύματα το χρόνο. Σε παγκόσμια κλίμακα, το ετήσιο ανθρώπινο κόστος είναι συνήθως 300 - 400 θύματα, σύμφωνα με εκτίμηση του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού. Γενικότερα όμως, είναι δύσκολο να γίνει άμεση σύγκριση των αμερικανικών στοιχείων με τον αριθμό και την ένταση των σιφώνων στα άλλα κράτη, καθώς ελάχιστα από αυτά διαθέτουν επαρκή σχετικά στοιχεία. Από τη δεκαετία του 1990 πάντως, έχει ξεκινήσει μια

αναλυτική καταγραφή και κατάταξη όλων των σιφώνων στον Καναδά και σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες, μεταξύ των οποίων στο Ηνωμένο Βασίλειο, στην Ολλανδία, στη Φινλανδία, στη Ρουμανία και στην Ελλάδα. Ακόμα και σε αυτά τα κράτη, ωστόσο, τα αρχεία δεν είναι τόσο πλήρη και λεπτομερή όσο αυτά των ΗΠΑ και δεν μπορούν να συγκριθούν άμεσα. Η Ολλανδία έχει τον υψηλότερο μέσο όρο των καταγεγραμμένων σιφώνων ανά περιοχή από κάθε άλλη χώρα, με πάνω από 20 σίφωνες ανά έτος, δηλαδή 0,0013 ανά τετραγωνικό μίλι / 0,00048 ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο ετησίως, και ακολουθεί το Ηνωμένο Βασίλειο, με κατά μέσο όρο 33 σίφωνες ή 0,00035 ανά τετραγωνικό μίλι / 0,00013 ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο ετησίως. Ωστόσο, οι περισσότεροι είναι ασθενείς και οι ζημιές που προκαλούν είναι ελάχιστες. Σε απόλυτους αριθμούς εκδηλώσεων του φαινομένου, αγνοώντας τον συντελεστή **ανά έκταση**, το Ηνωμένο Βασίλειο έχει τον μεγαλύτερο αριθμό σιφώνων από κάθε άλλη ευρωπαϊκή χώρα, με εξαίρεση τους θαλάσσιους σίφωνες. Το Μπαγκλαντές έχει επίσης μεγάλη συχνότητα εμφάνισης σιφώνων και, επιπλέον, τον μεγαλύτερο ετήσιο αριθμό νεκρών παγκοσμίως, κατά μέσο όρο 179 άτομα. Αυτό οφείλεται στην υψηλή πυκνότητα του πληθυσμού, την κάκιστη ποιότητα κατασκευής των κτιρίων και την ολοκληρωτική έλλειψη γνώσης των μέτρων ασφαλείας στον πληθυσμό. Άλλες περιοχές του κόσμου που έχουν συχνούς σίφωνες είναι η Νότια Αφρική, τμήματα της Αργεντινής, της Παραγουάης και της νότιας Βραζιλίας, καθώς και τμήματα της Ευρώπης, της ανατολικής Μεσογείου, της Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας, της Ασίας και ειδικότερα της Άπω Ανατολής. Ωστόσο, στις περισσότερες από αυτές τις χώρες δεν υπάρχει επίσημη καταγραφή και κατάταξη των σιφώνων, ενώ σε κάποιες άλλες, επίσης, τα στατιστικά στοιχεία δεν έχουν μελετηθεί διεξοδικά.

## 4.2.9 Επικίνδυνες περιόδους

**Στη Βόρεια Αμερική, οι σίφωνες κατά κανόνα παρουσιάζονται τους μήνες από Απρίλιο έως Ιούλιο, ενώ ο πλέον επικίνδυνος μήνας είναι ο Μάιος, οπότε κατά μέσον όρο στις ΗΠΑ σημειώνονται 5 σίφωνες την ημέρα.**

Λόγω της εντονότερης ηλιακής ακτινοβολίας και ενέργειας και της προκαλούμενης ατμοσφαιρικής αστάθειας, συνήθως εμφανίζονται αργά το απομεσήμερο, από τις 3 μέχρι τις 7 μ.μ. και με μέγιστο κίνδυνο γύρω στις 5 μ.μ. (λίγη ώρα μετά την μεγαλύτερη θερμοκρασία του 24-ώρου). Οι πλέον καταστρεπτικοί σίφωνες, πάντως, μπορεί να συμβούν σε οποιαδήποτε στιγμή του 24-ώρου, όπως βραδινές ή ακόμα και πρωινές ώρες. Ένα εντυπωσιακό ιστορικό παράδειγμα, θεωρείται το Ξέσπασμα του Τούπελο - Γκαϊνσβιλ (Tupelo - Gainesville tornado outbreak) στις



5 - 6 Απριλίου 1936, με 17 σίφωνες και τουλάχιστον 436 θύματα. Μεταξύ των 17 αυτών σιφόνων, υπήρξαν και δύο άκρως βίαιοι και θανατηφόροι:

- Ο πρώτος (εκτιμάται ότι ήταν F5) έπληξε το Tupelo του Μισσισιπιπύ στις 5 Απριλίου και 8:30 μ.μ. τοπική ώρα και είχε ως αποτέλεσμα 233 νεκρούς. Μέχρι σήμερα παραμένει ο τέταρτος πιο θανατηφόρος στην ιστορία των ΗΠΑ. Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι μεταξύ των επιζώντων ήταν και ο 15 μηνών τότε Έλβις Πρίσλεϊ και η οικογένειά του.
- Το ίδιο σύστημα καταιγίδων μετά διέσχισε την Αλαμπάμα κατά την διάρκεια της νύχτας, μπήκε στην Τζόρτζια και τελικώς έβγαλε έναν ακόμα σίφωνα (εκτιμάται ότι ήταν F4) που έπληξε το Gainesville της Τζόρτζια στις 6 Απριλίου και 8:30 π.μ. τοπική ώρα και είχε ως αποτέλεσμα 203 νεκρούς. Μέχρι σήμερα παραμένει ο πέμπτος πιο θανατηφόρος στην ιστορία των ΗΠΑ.

## 4.3 Θαλάσσιοι σίφωνες

### 4.3.1 Ορολογία

Για κάθε σίφωνα που σχηματίζεται πάνω από επιφάνεια νερού, στην αγγλική γλώσσα χρησιμοποιείται ο όρος waterspout. Στην ελληνική γλώσσα συνήθως χρησιμοποιείται ο όρος σίφοντας θαλάσσης, υποδηλώνοντας ότι σχηματίζεται πάνω από τη θάλασσα. Ωστόσο, η ορθότερη μετάφραση είναι υδροσίφοντας, καθώς καλύπτει κάθε πιθανή επιφάνεια νερού πάνω από την οποία μπορεί να εμφανιστεί.



### 4.3.2 Χαρακτηριστικά

Οι υδροσίφωνες είναι πολύ πιο ασθενείς από τους σίφωνες ξηράς, με ταχύτητες ανέμου της κατηγορίας F0 / EF0 και σπανιότερα F1 / EF1, ενώ και η ταχύτητα μετακίνησής τους από το ένα σημείο στο άλλο είναι πολύ πιο αργή. Η διάμετρός τους κυμαίνεται από 3 έως 50 μέτρα και πολύ σπάνια μπορεί να φτάσει τα 100 - 150 μέτρα. Η διάρκεια ζωής τους σχεδόν πάντα είναι μόλις μερικά λεπτά. Γενικότερα, έχουν πολύ ασθενέστερα χαρακτηριστικά, αλλά και λιγότερα ενδεχόμενα αντικείμενα να καταστρέψουν. Παλαιότερα ωστόσο, οι θαλάσσιοι σίφωνες θεωρούνταν πολύ επικίνδυνοι για τα πλοία και ιδιαίτερα για τα ιστιοφόρα. Με την πρώτη ανίχνευσή τους, οι πορείες τους παρακολουθούνταν προσεκτικά με διοπτρεύσεις, προκειμένου να τους αποφύγουν. Πάντως στην νεότερη ιστορία δεν έχει αναφερθεί σύγχρονο πλοίο να υπέστη σοβαρές τουλάχιστον ζημιές από τέτοιο φαινόμενο. Στο ραντάρ ο σίφοντας φαίνεται άλλοτε ως ένας έντονος στόχος και άλλοτε ως ένας εκ παρεμβολής, μετακινούμενος στόχος.

### 4.3.3 Περιοχές με συχνούς σίφωνες θαλάσσης

Οι θάλασσες και τα κράτη με την συχνότερη παρουσία θαλάσσιων σιφώνων είναι κατά σειρά:

1. Ισημερινός και γενικά όλες οι τροπικές θάλασσες,
2. Ανατολικές ακτές των ΗΠΑ (κάτω του βορείου πλάτους των 35°) και ιδιαίτερα στις ακτές της Φλόριντα,
3. Κόλπος του Μεξικού,

4. Ολλανδία (60 σίφωνες / έτος)
5. Ισπανία (25 - 30 σίφωνες / έτος)
6. Ιταλία (25 σίφωνες / έτος) και ιδιαίτερα στην Αδριατική θάλασσα,
7. Ελλάδα (15 - 30 σίφωνες / έτος) και ιδιαίτερα στο Ιόνιο πέλαγος,
8. Ηνωμένο Βασίλειο (15 σίφωνες / έτος),

ενώ συνολικά σε ολόκληρη την Ευρώπη καταγράφονται 160 θαλάσσιοι σίφωνες / έτος.

### 4.3.4 Πρόσφατες μελέτες

Σύμφωνα με έρευνα του μετεωρολόγου Μιχάλη Σιούτα (Κέντρο Μετεωρολογικών Εφαρμογών του ΕΛΓΑ - Θεσσαλονίκη - εκπρόσωπος της Ελλάδας στον Ευρωπαϊκό Οργανισμό TORRO), η οποία δημοσιεύτηκε στο διεθνές επιστημονικό περιοδικό Atmospheric Research το 2003, στην Ελλάδα σημειώνονται επανειλημμένα επικίνδυνοι σίφωνες σε αρκετές περιοχές και γενικότερα δεν είναι τόσο σπάνιο φαινόμενο όσο εθεωρείτο μέχρι σήμερα. Στο διάστημα των τριών χρόνων που κράτησε η σχετική έρευνα (2000 - 2002), σημειώθηκαν κατά μέσο όρο 8 σίφωνες ξηράς το χρόνο και 10 σίφωνες θάλασσας το χρόνο.

Τα τελευταία χρόνια μάλιστα, η έντασή τους και η τάση εμφάνισής τους είναι έντονα αυξητική. Ενδεικτικώς, στη δεκαετία του 1980 και το μεγαλύτερο μέρος της δεκαετίας του 1990 συνήθως καταγράφονταν μόλις 5 σίφωνες ετησίως, με ελάχιστες αποκλίσεις. Αντιθέτως, από το σύνολο των επιστημονικών μελετών, στο διάστημα των 10 ετών μεταξύ του 1998 και του 2008, προκύπτει ότι ο αριθμός των ισχυρών σιφώνων ξηράς και θαλάσσης που πλήττουν τον Ελλαδικό χώρο έχει φτάσει κατά μέσο όρο στους 20 σίφωνες / έτος.

Η πλειοψηφία τους εμφανίζεται στη Δυτική Ελλάδα, στο Ιόνιο και στις δυτικές παραλιακές περιοχές, ενώ εμφανώς μικρότερη είναι η συχνότητά τους στις ηπειρωτικές περιοχές, στο εσωτερικό της χώρας. Με βάση τα δεδομένα της περιόδου 1996 - 2010, το μέγιστο της συχνότητάς τους για τον Ελλαδικό χώρο έχει προσδιορισθεί στην περιοχή της βορειοδυτικής Πελοποννήσου.

Οι σίφωνες θαλάσσης εμφανίζονται τόσο στο Ιόνιο, όσο και στο Αιγαίο πέλαγος, συχνά μάλιστα εμφανίζονται και ολόκληρες οικογένειες σιφώνων. Οι σίφωνες ξηράς παραδοσιακά παρατηρούνται κυρίως το καλοκαίρι, αλλά τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγάλη δραστηριότητα νωρίτερα και συγκεκριμένα την άνοιξη. Οι σίφωνες θαλάσσης σημειώνονται κυρίως το φθινόπωρο.

Στη Δυτική και την Νότια Ελλάδα εμφανίζονται κυρίως από τον Σεπτέμβριο μέχρι την άνοιξη, ενώ στην Βόρεια Ελλάδα, από το τέλος της άνοιξης μέχρι το τέλος του καλοκαιριού. Ο πιο επικίνδυνος μήνας εμφάνισης σιφώνων για την Βόρεια Ελλάδα είναι κυρίως ο Ιούλιος, ενώ για την Νότια Ελλάδα οι κυριότεροι μήνες εμφάνισης σιφώνων είναι ο Σεπτέμβριος, ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος. Η πλειοψηφία τους εμφανίζεται στη Δυτική Ελλάδα, στο Ιόνιο και στις δυτικές παραλιακές περιοχές, ενώ εμφανώς μικρότερη είναι η συχνότητά τους στις ηπειρωτικές περιοχές, στο εσωτερικό της χώρας. Με βάση τα δεδομένα της περιόδου 1996 - 2010, το μέγιστο της συχνότητάς τους για τον Ελλαδικό χώρο έχει προσδιορισθεί στην περιοχή της βορειοδυτικής Πελοποννήσου. Οι σίφωνες θαλάσσης εμφανίζονται τόσο στο Ιόνιο, όσο και στο Αιγαίο πέλαγος, συχνά μάλιστα εμφανίζονται και ολόκληρες οικογένειες σιφώνων. Οι σίφωνες ξηράς παραδοσιακά παρατηρούνται κυρίως το καλοκαίρι, αλλά τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγάλη δραστηριότητα νωρίτερα και συγκεκριμένα την άνοιξη. Οι σίφωνες θαλάσσης σημειώνονται κυρίως το φθινόπωρο. Στη Δυτική και την Νότια Ελλάδα εμφανίζονται κυρίως από τον Σεπτέμβριο μέχρι την άνοιξη, ενώ στην Βόρεια Ελλάδα, από το τέλος της άνοιξης μέχρι το τέλος του καλοκαιριού. Ο πιο επικίνδυνος μήνας εμφάνισης σιφώνων για την Βόρεια Ελλάδα είναι κυρίως ο Ιούλιος, ενώ για την Νότια Ελλάδα οι κυριότεροι μήνες εμφάνισης σιφώνων είναι ο Σεπτέμβριος, ο Νοέμβριος και ο Δεκέμβριος.

### **4.3.5 Διάρκεια, πλάτος και ένταση**

Στατιστικά, η διάρκεια ζωής των σιφώνων που καταγράφονται στην Ελλάδα φτάνει τα 10 - 15 λεπτά και πολύ σπάνια τα 30 λεπτά, ενώ η απόσταση που διανύουν είναι συνήθως 5 με 7 χιλιόμετρα και οι πιο ισχυροί μπορούν να διανύσουν ακόμη και 10 χιλιόμετρα. Το μέγιστο πλάτος τους δεν υπερβαίνει τα 100 με 150 μέτρα, αν και συνήθως είναι μόλις 20 - 30 μέτρα.

Όπως ήδη τονίστηκε στην ενότητα Ένταση και καταστροφές, οι ισχυρότεροι σίφωνες φτάνουν έως και το επίπεδο έντασης T6 (161 - 186 μίλια την ώρα ή 260 - 299 χιλιόμετρα την ώρα) ή αντίστοιχα στις κλίμακες Φουτζίτα (αν ληφθεί ως αποκλειστικό κριτήριο η ταχύτητα των ανέμων) F3 και με την νέα κλίμακα EF4.

Το ανησυχητικό είναι ότι κατά μέσο όρο έχουν μεγάλη ένταση, καθώς το 63% είναι «ισχυροί σίφωνες» (strong tornadoes), έντασης T4 - T6 στην κλίμακα TORRO (F2 - F3 στην κλίμακα Φουτζίτα) και μόνο το 27% είναι «ασθενείς σίφωνες» (weak tornadoes) T0 - T3 (F0 και F1 ή EF0 και EF1 στις κλίμακες Φουτζίτα). Προς το παρόν «βίαιοι / σφοδροί σίφωνες» (violent tornadoes),

Τ8 και άνω, δεν έχουν καταγραφεί, αλλά εκφράζονται φόβοι ότι στο άμεσο μέλλον η χώρα θα μπει στην λεγόμενη «λίστα» των χωρών που διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο.

Δυστυχώς όλα δείχνουν ότι τα επόμενα χρόνια οι σίφωνες στην Ελλάδα θα έχουν καταστροφικότερη δύναμη. Οι ειδικοί προβλέπουν ότι η παγκόσμια θέρμανση και η γενικότερη κλιματική αλλαγή που πυροδοτείται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, θα δημιουργήσει συνθήκες ατμοσφαιρικής αστάθειας στην κατώτερη ατμόσφαιρα (τροπόσφαιρα) της χώρας στο άμεσο μέλλον και οι σίφωνες που θα δημιουργούνται θα είναι περισσότεροι και ισχυρότεροι. Όπως προαναφέρθηκε, από το σύνολο των επιστημονικών μελετών, στο διάστημα των 10 ετών μεταξύ του 1998 και του 2008, προκύπτει ότι ο αριθμός των ισχυρών σιφώνων που εκδηλώνονται στην ξηρά και τη θάλασσα κυμαίνεται κατά μέσο όρο στους 20 σίφωνες / έτος, με διαρκώς αυξητικές τάσεις. Μέχρι πρόσφατα, η κοινή γνώμη στην Ελλάδα πίστευε ότι όλα αυτά αφορούν ακραία καιρικά φαινόμενα που προκαλούν εκτεταμένες καταστροφές σε άλλες ηπείρους. Όμως η αλήθεια είναι εντελώς διαφορετική, καθώς ακόμα και στη χώρα μας έχουν πολύ συχνά σκοτωθεί άνθρωποι που βρέθηκαν στο δρόμο ισχυρών σιφώνων.



### 4.3.6 Μέθοδοι επιβίωσης

Οι σίφωνες μπορεί να εμφανιστούν και να χτυπήσουν εντελώς ξαφνικά σε ελάχιστα λεπτά, υπάρχουν κάποιες προφυλάξεις και προληπτικά μέτρα που μπορούν να λάβουν οι άνθρωποι, τα οποία αυξάνουν σημαντικά τις πιθανότητες επιβίωσης από έναν σίφωνα:

- Ορισμένες χώρες έχουν ειδικούς Μετεωρολογικούς σταθμούς που εκδίδουν προγνώσεις για σίφωνες και αυξάνουν τα επίπεδα συναγερμού (**Tornado Watch** και **Tornado Warning**) όταν είναι πιθανό να εμφανιστεί σίφωνας. Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί ραδιοφωνικοί σταθμοί σχετικοί με τον καιρό που παρέχουν προειδοποίηση ακόμα και για την τοπική περιοχή, αν και αυτοί είναι διαθέσιμοι κυρίως στις Ηνωμένες Πολιτείες και τον Καναδά.
- Όταν η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία εκδώσει σχετικό δελτίο Επικίνδυνων Καιρικών Φαινομένων (στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν ιδρυθεί ειδικές αρχές, όπως το **Storm Prediction Center** (*Κέντρο Πρόγνωσης Καταιγίδων*), που μπορούν να εκδώσουν τοπικά δελτία για κάθε περιοχή) τότε το σύνολο των κατοίκων της περιοχής πρέπει να τεθεί σε κατάσταση επιφυλακής, παρακολουθώντας διαρκώς τα Μέσα Ενημέρωσης για νεότερες εξελίξεις. Στις ΗΠΑ, όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για τη δημιουργία σιφώνων, εκδίδεται **Tornado Watch** (*Επιφυλακή για Σίφωνα*).
- Όταν μεταδίδεται έκτακτη είδηση ότι υπάρχει σίφωνας στην περιοχή, τότε όλοι πρέπει να καταφύγουν σε ένα υπόγειο ή αν δεν υπάρχει, σε ένα εσωτερικό δωμάτιο χωρίς παράθυρα (κατά προτίμηση την πιο κεντρική αίθουσα) στο ισόγειο ενός ανθεκτικού κτιρίου και να καθίσουν στο δάπεδο σκυφτοί και διπλωμένοι στην μέση, καλύπτοντας το κεφάλι με τα χέρια. Επίσης, αν δεν υπάρχει υπόγειο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καταφύγιο η αποθήκη κάτω από μία εσωτερική σκάλα, μία ακλόνητη μπανιέρα ή ένα ανθεκτικό ακλόνητο τραπέζι. Στις ΗΠΑ, όταν ανιχνεύεται σίφωνας ή έστω σύννεφο-χοάνη (funnel cloud) στην περιοχή, εκδίδεται **Tornado Warning** (*Προειδοποίηση για Σίφωνα*).
- Επίσης, στις Ηνωμένες Πολιτείες υπάρχει και ένα πολύ σπάνιο και ακραίο ενδεχόμενο, να εκδοθεί **Tornado Emergency** (*Επείγουσα Προειδοποίηση για Σίφωνα*), αν τυχόν (κατάσταση εξαιρετικά επείγουσα, όπως υποδηλώνει και ο όρος) ένας τεράστιος και εξαιρετικά βίαιος σίφωνας πρόκειται να χτυπήσει μια κατοικημένη περιοχή με μεγάλο πληθυσμό.
- Σε περιοχές που πλήττονται συχνά από σίφωνες και ιδίως στη Βόρεια Αμερική, πολλά κτίρια έχουν υπόγεια καταφύγια για τέτοια ακραία καιρικά φαινόμενα (storm cellars), που κατασκευάζονται μέσα ή δίπλα στο κτίριο. Αυτά τα υπόγεια καταφύγια έχουν σώσει χιλιάδες ζωές.
- Κατ' εξαίρεση, όσοι βρεθούν μέσα ή δίπλα σε κινητό σπίτι (mobile home) *πρέπει να φύγουν αμέσως από αυτό!* Οι συγκεκριμένες κατασκευές είναι τόσο ευάλωτες σε έντονα

καιρικά φαινόμενα, ώστε συνήθως εκτοξεύονται και καταστρέφονται εντελώς, ακόμα και από ασθενείς σίφωνες, έστω και αν είναι στερεωμένες στο έδαφος. Είναι προτιμότερο να αναζητηθεί το κοντινότερο άμεσα προσιτό κτίριο ως καταφύγιο, υπό την προϋπόθεση ότι ανήκει σε ανθεκτικότερο είδος κατασκευής. Αν δεν υπάρχει κοντά κάτι τέτοιο, πρέπει να βρεθεί ένα χαμηλό χαντάκι ή όρυγμα και να ξαπλώσουν μπρούμυτα μέσα σε αυτό, καλύπτοντας το κεφάλι με τα χέρια.

- Αν κάποιος βρεθούν μέσα ή κοντά σε αυτοκίνητο, πρέπει να αφιερώσουν μερικά δευτερόλεπτα για να εκτιμήσουν τον σίφωνα. **Μόνο** αν διαπιστώσουν ότι ο σίφοντας είναι αρκετά μακριά και δεν φαίνεται να τους πλησιάζει γρήγορα, τότε επιτρέπεται η διαφυγή με αυτοκίνητο.
- Αν όμως ο σίφοντας είναι επικίνδυνα κοντά ή αν φαίνεται να πλησιάζει γρήγορα, οι μετεωρολόγοι συμβουλεύουν τους οδηγούς να παρκάρουν τα οχήματά τους στην άκρη του δρόμου, ώστε να μην εμποδίσουν την κυκλοφορία έκτακτης ανάγκης, και να αναζητήσουν ένα ασφαλές καταφύγιο. Αν δεν υπάρχει καταφύγιο κοντά, τότε η αμέσως καλύτερη επιλογή είναι να βρεθεί ένα χαμηλό χαντάκι ή όρυγμα και να ξαπλώσουν μπρούμυτα μέσα σε αυτό, καλύπτοντας το κεφάλι με τα χέρια (η ίδια συμβουλή ισχύει γενικότερα και για όσους βρεθούν σε ανοιχτό χώρο, μακριά από οχήματα και κτίρια - σκοπός είναι να μειωθεί ο κίνδυνος τραυματισμού ή θανάτου από τα εκτοξευόμενα συντρίμια, καθώς θα περάσουν πάνω από τους ανθρώπους).
- Αντιθέτως, οι διαβάσεις κάτω από ανισόπεδους κόμβους σε αυτοκινητόδρομους είναι *μία από τις χειρότερες δυνατές θέσεις* για καταφύγιο κατά τη διάρκεια σίφωνα. Οι μελέτες έχουν αποδείξει ότι η στενή διάβαση λειτουργεί σαν αεροδυναμική σήραγγα και προκαλεί επιτάχυνση των ανέμων, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο από τον σίφωνα, ενώ επιπλέον διοχετεύει τα συντρίμια κάτω από την αερογέφυρα.

### 4.3.7 Περιοχές εμφάνισης του φαινομένου

Θεωρείται συχνά ότι οι σίφωνες συμβαίνουν μόνο στη Βόρεια Αμερική, δημιουργώντας έτσι λανθασμένη εντύπωση εφησυχασμού στην κοινή γνώμη των χωρών όλων των άλλων ηπείρων. Είναι αλήθεια ότι η πλειονότητα των σιφώνων σημειώνεται στις Ηνωμένες Πολιτείες, ωστόσο αποτελούν μια παγκόσμια απειλή και παρατηρούνται τακτικά σε πάρα πολλά κράτη και σε όλες τις ηπείρους, εκτός από την Ανταρκτική.

### 4.3.8 Κατά τη διάρκεια του χειμώνα

Επειδή απαιτείται γενικά ζεστός καιρός για τον σχηματισμό τους, οι σίφωνες είναι ασυνήθιστοι τον χειμώνα στα μέσα γεωγραφικά πλάτη. Ωστόσο, μπορούν να σχηματιστούν και κατά καιρούς έχουν παρατηρηθεί σίφωνες να κινούνται ακόμα και πάνω από χιονισμένες επιφάνειες. Μάλιστα μεταξύ του 2000 και του 2008, 169 από τους 539 θανάτους που προκλήθηκαν από σίφωνες στις ΗΠΑ σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Στην πραγματικότητα, οι σίφωνες τον χειμώνα μπορεί να είναι πιο επικίνδυνοι, δεδομένου ότι τείνουν να μετακινούνται ταχύτερα από τους σίφωνες που συμβαίνουν σε άλλες εποχές του έτους

### 4.3.9 Ιστορικοί σίφωνες

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι πλέον γνωστοί και ιστορικοί σίφωνες, όλοι τους άκρως καταστροφικοί και συνήθως μέρη ενός μεγάλου ξεσπάσματος σιφώνων, μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

- Ο Σίφοντας των Τριών Πολιτειών (Tri-State Tornado), στις 18 Μαρτίου 1925, με τουλάχιστον 695 θύματα, που ήταν ο πιο θανατηφόρος σίφοντας στην ιστορία των ΗΠΑ.
- Το Ξέσπασμα του Τούπελο - Γκαϊνσβιλ (Tupelo - Gainesville tornado outbreak) στις 5 - 6 Απριλίου 1936, με 17 σίφωνες και τουλάχιστον 436 θύματα.
- Το Υπερξέσπασμα (Super Outbreak) του 1974, με 148 σίφωνες σε μόλις 18 ώρες, που έπληξαν 13 πολιτείες των ΗΠΑ, στις 3 - 4 Απριλίου 1974, με συνολικό απολογισμό Το Υπερξέσπασμα (Super Outbreak) του 1974, με 148 σίφωνες σε μόλις 18 ώρες, που έπληξαν 13 πολιτείες των ΗΠΑ, στις 3 - 4 Απριλίου 1974, με συνολικό απολογισμό πιθανότατα 315 - 330 θύματα.
- Το Ξέσπασμα της Οκλαχόμα (Oklahoma tornado outbreak) στις 3 Μαΐου 1999, στο οποίο και σημειώθηκε ο ισχυρότερος στην ιστορία γνωστός σίφοντας, με ταχύτητα ανέμου 301 μίλια / 484 χιλιόμετρα την ώρα, όπως καταμετρήθηκε από ραντάρ Ντόπλερ, δηλαδή έφτασε στο επίπεδο **T11** της Κλίμακας TORRO και στα ανώτερα όρια των επιπέδων **F5** / **EF5** στις Κλίμακες Φουτζίτα. Μέχρι σήμερα, επίσης, παραμένει ο μοναδικός σίφοντας που, σύμφωνα με επίσημη μέτρηση, η ταχύτητά του έφτασε ποτέ στο μέγιστο δυνατό



επίπεδο T11 της Κλίμακας TORRO. Δεν αποκλείεται πάντως να έχουν υπάρξει και άλλοι σίφωνες με αντίστοιχες ταχύτητες επιπέδου T11, οι οποίες όμως δεν μετρήθηκαν ποτέ επίσημα.

- Το Ξέσπασμα σιφώνων τις 25-28 Απριλίου 2011, με 207 σίφωνες στις 27 Απριλίου, ο μεγαλύτερος αριθμός που έχει καταγραφεί σε ένα 24-ωρο.
- Ο EF5 που έπληξε το Τζόπλιν (Joplin), Μιζούρι, στις 22 Μαΐου 2011, με 158 νεκρούς και 1.150 τραυματίες, που ήταν ο 7-ος πιο θανατηφόρος σίφοντας στην ιστορία των ΗΠΑ. Το πιο εντυπωσιακό είναι ότι υπήρξε και ο πιο θανατηφόρος σίφοντας στις Ηνωμένες Πολιτείες από το 1947, αν και το συμβάν της 9-ης Απριλίου 1947, με συνολικό απολογισμό 181 νεκρούς και 970 τραυματίες, που εθεωρείτο παλαιότερα ως ένας ενιαίος σίφοντας τεράστιας διαδρομής, απεδείχθη τελικώς ότι ήταν οικογένεια σιφώνων με σχεδόν διαδοχικές διαδρομές.

Ο πιο θανατηφόρος σίφοντας στην παγκόσμια ιστορία πάντως, ήταν ένας τεράστιος με πλάτος 1 μίλι / 1,6 χλμ. και μήκος διαδρομής 50 μίλια / 80 χιλιόμετρα, που χτύπησε τις πόλεις Daulatpur και Saturia στο Μπαγκλαντές, στις 26 Απριλίου 1989. Υπάρχει μια μεγάλη αβεβαιότητα ως προς τον αριθμό των θυμάτων, αλλά οι πιο τυπικές εκτιμήσεις έκαναν λόγο για 1.300 νεκρούς, 12.000 τραυματίες και 80.000 άστεγους. Η κατάταξή του σε επίπεδο έντασης είναι επισήμως αδύνατη, λόγω της έλλειψης επαρκών στοιχείων και της κάκιστης ποιότητας κατασκευής των κτιρίων σε αυτή τη χώρα, γεγονός που τα καθιστά ευάλωτα για ολική κατάρρευση ακόμα και στις χαμηλότερες κατηγορίες ισχύος των σιφώνων.

- πιθανότατα 315 - 330 θύματα.
- Το Ξέσπασμα της Οκλαχόμα (Oklahoma tornado outbreak) στις 3 Μαΐου 1999, στο οποίο και σημειώθηκε ο ισχυρότερος στην ιστορία γνωστός σίφοντας, με ταχύτητα ανέμου 301 μίλια / 484 χιλιόμετρα την ώρα, όπως καταμετρήθηκε από ραντάρ Ντόπλερ, δηλαδή έφτασε στο επίπεδο **T11** της Κλίμακας TORRO και στα ανώτερα όρια των επιπέδων **F5** / **EF5** στις Κλίμακες Φουτζίτα. Μέχρι σήμερα, επίσης, παραμένει ο μοναδικός σίφοντας που, σύμφωνα με επίσημη μέτρηση, η ταχύτητά του έφτασε ποτέ στο μέγιστο δυνατό επίπεδο T11 της Κλίμακας TORRO. Δεν αποκλείεται πάντως να έχουν υπάρξει και άλλοι σίφωνες με αντίστοιχες ταχύτητες επιπέδου T11, οι οποίες όμως δεν μετρήθηκαν ποτέ επίσημα.
- Το Ξέσπασμα σιφώνων τις 25-28 Απριλίου 2011, με 207 σίφωνες στις 27 Απριλίου, ο μεγαλύτερος αριθμός που έχει καταγραφεί σε ένα 24-ωρο.

- Ο EF5 που έπληξε το Τζόπλιν (Joplin), Μιζούρι, στις 22 Μαΐου 2011, με 158 νεκρούς και 1.150 τραυματίες, που ήταν ο 7-ος πιο θανατηφόρος σίφωνας στην ιστορία των ΗΠΑ. Το πιο εντυπωσιακό είναι ότι υπήρξε και ο πιο θανατηφόρος σίφωνας στις Ηνωμένες Πολιτείες από το 1947, αν και το συμβάν της 9-ης Απριλίου 1947, με συνολικό απολογισμό 181 νεκρούς και 970 τραυματίες, που εθεωρείτο παλαιότερα ως ένας ενιαίος σίφωνας τεράστιας διαδρομής, απεδείχθη τελικώς ότι ήταν οικογένεια σιφώνων με σχεδόν διαδοχικές διαδρομές. Ο πιο θανατηφόρος σίφωνας στην παγκόσμια ιστορία πάντως, ήταν ένας τεράστιος με πλάτος 1 μίλι / 1,6 χλμ. και μήκος διαδρομής 50 μίλια / 80 χιλιόμετρα, που χτύπησε τις πόλεις Daulatpur και Saturia στο Μπαγκλαντές, στις 26 Απριλίου 1989. Υπάρχει μια μεγάλη αβεβαιότητα ως προς τον αριθμό των θυμάτων, αλλά οι πιο τυπικές εκτιμήσεις έκαναν λόγο για 1.300 νεκρούς, 12.000 τραυματίες και 80.000 άστεγους. Η κατάταξή του σε επίπεδο έντασης είναι επισήμως αδύνατη, λόγω της έλλειψης επαρκών στοιχείων και της κάκιστης ποιότητας κατασκευής των κτιρίων σε αυτή τη χώρα, γεγονός που τα καθιστά ευάλωτα για ολική κατάρρευση .

# **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

<http://time.com/photography/life/>

<http://www.newsbeast.gr/environment/arthro/434875/ta-diasimotera-ifaisteia-tou-planiti/>

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CF%86%CE%B1%CE%AF%CF%83%CF%84%CE%B5%CE%B9%CE%BF>

<http://www.dinfo.gr/%CF%84%CE%B1-%CF%80%CE%B9%CE%BF-%CE%B5%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B4%CF%85%CE%BD%CE%B1-%CE%B7%CF%86%CE%B1%CE%AF%CF%83%CF%84%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BD-%CE%BA%CF%8C%CF%83%CE%BC/>

<http://www.clickatlife.gr/taksidi/story/46309>

<http://civilprotection.gr/el/%CE%B7%CF%86%CE%B1%CE%AF%CF%83%CF%84%CE%B5%CE%B9%CE%B1>

<https://gymkorinth3.wordpress.com/%CE%B7%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B4%CE%B1/%CE%B7%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%BF%CF%83-%CF%87%CE%B1%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%83-%CE%B5%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CE%B4%CE%B1%CF%83/>

<http://www.geo.auth.gr/courses/ggg/ggg105y/html/coassooaea.html>

<http://www.iefimerida.gr/news/81200/%CF%84%CE%B1-10-%CE%B5%CE%BD%CF%84%CF%85%CF%80%CF%89%CF%83%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B1-%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%AC-%CE%B7%CF%86%CE%B1%CE%AF%CF%83%CF%84%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CF%8C%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%85-%CE%B5%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B5%CF%82>

<http://ifestia.blogspot.gr/>