

# ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ



Παπαχαραλάμπου Χρύσα  
Σβήγκας Νίκος

# Τι είναι ;

- ο Μελετά τα σεισμικά κύματα που προέρχονται από ηφαιστειακή δραστηριότητα
- ο Το αντικείμενο της βασίζεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ ηφαιστειακών και σεισμικών-τεκτονικών διαδικασιών

# Πού χρησιμεύει ;

- ο Στην κατάκτηση γνώσης σχετικά με τη δομή του εσωτερικού της Γης και των ηφαιστείων σε βάθος
- ο Στην πρόβλεψη επικείμενης ηφαιστειακής έκρηξης

# Ιστορικά στοιχεία

- Από την αρχαιότητα οι άνθρωποι συσχέτιζαν τους σεισμούς με την ηφαιστειακή δραστηριότητα
- 1847 -:>> Osservatorio Vesuviano
- 1910 -:>> Fusakichi Omori



Η σεισμικότητα σχεδόν πάντοτε προηγείται συνοδεύει ή ακολουθεί έξαρση σε κάθε είδους ηφαίστεια



# Είδη Σεισμών

- A-τύπου -:>> 1-10km, υψηλή συχνότητα καταγραφής, διακριτές φάσεις P,S
- B-τύπου -:>> μικρότερο από 1km, χαμηλή συχνότητα καταγραφής, δυσανάγνωστες φάσεις P,S

- Μακράς περιόδου-:>>> συχνότητα μακράς περιόδου σταθερή & ανεξάρτητη από το μέγεθος, οφείλονται στον συντονισμό από αιφνίδια μεταβολή της πίεσης σε μια ρωγμή με υγρό
- Σεισμοί από έκρηξη -:>> δημιουργούνται από ηφαιστειακές εκρήξεις κατά τη διάρκεια της ηφαιστειακής δραστηριότητας

- Ηφαιστειακός σεισμικός θόρυβος -:>>  
καταγράφονται σε ενεργά ηφαίστεια  
χαρακτηρίζεται από ένα συνεχές πρότυπο  
καταγραφής



# Σεισμικά Δίκτυα

- ο Για να επιτραπεί η σύγκριση της απελευθέρωσης της σεισμικής ενέργειας μεταξύ διαφορετικών ηφαιστειών, είναι απαραίτητο να ρυθμιστεί ένα σεισμολογικό δίκτυο με την καταγραφή σεισμών γνωστού μεγέθους ή με την καταγραφή εκρήξεων με γνωστές αποδόσεις και αποτελέσματα

- Οι πιο απόμακροι σταθμοί ενός δικτύου χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της προέλευσης των σεισμικών σημάτων και δίνουν πληροφορίες για την απόσβεση τους με την απόσταση, που αποτελεί δείκτη για το εκρηξιγενές δυναμικό του ηφαιστείου
- Για καλύτερους εντοπισμούς σεισμών και παραμέτρων, μερικοί σεισμολογικοί σταθμοί στο δίκτυο καταγράφουν και τις 3 συνιστώσες της κίνησης

- ο Η αξιοπιστία εξαρτάται:
  - πυκνότητα των σταθμών ανά περιοχές
  - τυχαίες θέσεις των πηγών και των σταθμών
  - επιτυχής επιλογή θέσεων για μέγιστη προσέγγιση της ετερογένειας του μέσου

# Χρήσεις σεισμολογικών δεδομένων στην ηφαιστειακή παρατήρηση

- Απελευθέρωση (Αποδέσμευση) ενέργειας
- Μετανάστευση σεισμικότητας
- Σχέσεις μεταξύ των τύπων της σεισμικότητας



Όσο η σεισμικότητα είναι επιφανειακή, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα να ακολουθεί μία έκρηξη

Ο σεισμικός θόρυβος και οι χαμηλής συχνότητας σεισμοί, προηγούνται και συνοδεύουν εκρηξιγενή επεισόδια όλων των τύπων

# Ηφαιστειακή παρατήρηση

- Για την μετρίαση του ηφαιστειακού κινδύνου απαιτείται η παρουσία εκπαιδευμένων και αξιόπιστων παρατηρητών
- Η ενόργανη παρατήρηση αναγνωρίζει πρόδρομη δραστηριότητα γρηγορότερα από τον άνθρωπο

- ο Λόγω της μακροχρόνιας χρήσης τους και της τεχνολογικής ανάπτυξης, οι σεισμολογικές μελέτες είναι οι πιο ευρέως εφαρμοσμένες τεχνικές παρατήρησης και αποτελούν βάση για πολλές επιτυχημένες προγνώσεις εκρήξεων



# Ευχαριστούμε για την προσοχή σας



## ΚΑΛΑ ΧΡΙΣΤΟΥΓΕΝΝΑ !!

## ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΗΝ ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΗ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ

### *Τι είναι?*

Με τον όρο Ηφαιστειακή Σεισμολογία αναφερόμαστε στον κλάδο της γεωλογίας που μελετά τα σεισμικά κύματα που προέρχονται από ηφαιστειακή δραστηριότητα. Το αντικείμενό της βασίζεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ των ηφαιστειακών και σεισμικών-τεκτονικών διαδικασιών. Δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα κάποια συγκεκριμένη θεωρία, αλλά ουσιαστικά αποτελεί μία επιστήμη παρατηρήσεων και εμπειρικής γνώσης.

### *Πού χρησιμεύει?*

Χρησιμεύει στην κατανόηση της γνώσης σχετικά με την δομή του εσωτερικού της γης και των ηφαιστείων σε βάθος, καθώς και στην πρόβλεψη επικείμενης ηφαιστειακής έκρηξης.

### *Ιστορικά στοιχεία*

Το ενδιαφέρον και η περιέργεια των ανθρώπων για τους σεισμούς και τα ηφαίστεια οδήγησε σε πρώιμες παρατηρήσεις για την μεταξύ τους σύνδεση και σχέση, ήδη από την αρχαιότητα. Παρ' όλα αυτά, η πρώτη συστηματική παρακολούθηση έγινε μόλις το 1847, στο Osservatorio Vesuviano στους πρόποδες του Βεζούβιου, στο οποίο η πρωταρχική έννοια ήταν να βελτιωθεί η αντίληψη για το πώς και γιατί τα ηφαίστεια εκρήγνυνται, έτσι ώστε να μετριάσουν τα αποτελέσματά τους στις παρακείμενες κοινωνίες. Η επιστήμη εδραιώθηκε από τον Ιάπωνα σεισμολόγο Fusakichi Omori, το 1910, όταν ξεκίνησε έρευνες για τα σεισμικά κύματα που συνδέονταν με τις εκρήξεις των ηφαιστείων Usu-San και Asama.

Η σεισμικότητα με την μορφή σεισμών, ηφαιστειακών σεισμών ή και των δύο (2) μορφών, σχεδόν πάντοτε προηγείται, συνοδεύει ή ακολουθεί έξαρση σε κάθε είδους ηφαίστεια.

### *Είδη σεισμών*

A-τύπου: Αυτοί οι σεισμοί γενικά εμφανίζονται σε βάρη από 1 μέχρι 10 Km κάτω από ένα ηφαίστειο και χαρακτηρίζονται από υψηλής συχνότητας πρότυπα καταγραφής, με διακριτές φάσεις p και s κυμάτων. Δημιουργούνται από την Θραυσιγενή ρήξη του πετρώματος κατά την μετανάστευση του μάγματος ή λόγω της εξάπλωσης υψηλής πίεσεως γεωθερμικών υγρών.

B-τύπου: Εμφανίζονται σε βάρη από 1 km ή μικρότερα, έχουν χαμηλότερης συχνότητας σεισμικά πρότυπα απ' ό,τι οι σεισμοί A-τύπου και οι φάσεις των p και s είναι δυσανάγνωστες. Πολλαπλοί επικαλυπτόμενοι σεισμοί B-τύπου ονομάζονται σεισμοί C-τύπου και συνήθως εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της αύξησης του δομού λάβας.

Μακράς περιόδου: Αυτοί οι σεισμοί έχουν πρότυπα καταγραφής ένα υψηλής συχνότητας σήμα A-τύπου στο ξεκίνημα του γεγονότος, αλλά το σήμα σαν ένα σύνολο κυριαρχείται από μακράς περιόδου συνιστώσα που μπορεί να είναι σταθερή και ανεξάρτητη από το μέγεθος του γεγονότος.

Σεισμοί από έκρηξη: Δημιουργούνται από ηφαιστειακές εκρήξεις κατά τη διάρκεια της ηφαιστειογενούς δραστηριότητας.

Ηφαιστειακός σεισμικός θόρυβος: Αναφέρεται σε έναν τύπο ηφαιστειακής σεισμικότητας που καταγράφεται συνήθως σε ενεργά ηφαίστεια. Χαρακτηρίζεται από ένα συνεχές πρότυπο καταγραφής σειсмоγράφου σε αντίθεση με τα διακριτά γεγονότα που περιγράφηκαν παραπάνω. Ο ηφαιστειακός σεισμικός θόρυβος αντανακλά συνεχή εδαφική δόνηση. Μερικές φορές μπορεί να προηγείται από μία έκρηξη, αλλά μπορεί επίσης να εμφανίζεται χωρίς έκρηξη.

### *Σεισμικά δίκτυα*

Για αποτελεσματική μελέτη χρησιμοποιούμε τα λεγόμενα Σεισμικά δίκτυα. Για να επιτραπεί η σύγκριση της απελευθέρωσης της σεισμικής ενέργειας μεταξύ διαφορετικών ηφαιστειών είναι απαραίτητο να ρυθμιστεί ένα σεισμολογικό δίκτυο με την καταγραφή σεισμών γνωστού μεγέθους ή με την καταγραφή

εκρήξεων που γίνονται από τον άνθρωπο. Οι πιο απόμακροι σταθμοί ενός δικτύου χρησιμοποιούνται για την καταγραφή των σεισμικών σημάτων και δίνουν πληροφορίες για την απόσβεση των σεισμικών σημάτων με την απόσταση, το οποίο είναι ένας πιθανός δείκτης για το εκρηξιγενές δυναμικό του ηφαιστείου. Για να επιτύχουμε καλύτερους εντοπισμούς σεισμών και παραμέτρων, μερικοί σεισμολογικοί σταθμοί στο δίκτυο πρέπει να καταγράφουν και τις τρεις (3) συνιστώσες της κίνησης. Τα δεδομένα επίσης μπορούν να συλλέγονται χρησιμοποιώντας αισθητήρες που τοποθετούνται σε μέρη μακριά από την πηγή. Η αξιοπιστία των υπολογιζόμενων θέσεων των σεισμών εξαρτάται από: την πυκνότητα των σταθμών ανά περιοχή, τις τυχαίες θέσεις των πηγών και των σταθμών και την επιτυχή επιλογή θέσεων για τη μέγιστη προσέγγιση της ετερογένειας του μέσου. Μη αξιόπιστα δεδομένα μπορούν να επηρεάσουν τη γρήγορη κατανόηση των μεγάλων σεισμικών ακολουθιών που συμβαίνουν στο μάγμα, οι οποίες μπορούν να προμηνύουν εκρήξεις σε λίγες ημέρες ή ακόμα και ώρες αργότερα. Όσο καλά κατανοούμε τις τοποθεσίες των υποκέντρων των σεισμών είναι εξίσου σημαντικό να έχουμε τη δυνατότητα παρακολούθησης της μετανάστευσης των σεισμικών πηγών στο χρόνο, αφού αυτό μπορεί να μας δείξει τι μπορεί να κάνει μετά το ηφαίστειο και επίσης να υποδείξει πιθανές περιοχές που μπορεί να εμφανιστούν ηφαιστειακές εκχύσεις. Προφανώς κάθε δίκτυο εξαρτάται από τη μοναδικότητα της εκάστοτε περιοχής παρατήρησης.

*Χρήσεις σεισμολογικών δεδομένων στην ηφαιστειακή παρατήρηση*  
Το πρότυπο ηφαιστειακής σεισμικότητας που προηγείται και συνοδεύει εκρήξεις, μπορεί να είναι αρκετά ιδιαίτερο σ' ένα μεμονωμένο ηφαίστειο. Παρ' όλα αυτά, εξετάζουμε μερικές συνηθισμένες, χρησιμοποιούμενες μεθόδους για την ανάλυση σεισμολογικών δεδομένων, λαμβάνοντας υπ' όψιν τις προσωρινές και διαστημικές διαφοροποιήσεις στη φύση, ισχύ και θέση της ηφαιστειακής σεισμικότητας, που δίνουν στοιχεία για την πιθανή μελλοντική συμπεριφορά του ηφαιστείου.

Απελευθέρωση-Αποδέσμευση ενέργειας: Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η απελευθέρωση της σεισμικής ενέργειας, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα εμφάνισης μιας έκρηξης ή διείσδυσης.

Μετανάστευση της σεισμικότητας: Ενώ η παρατήρηση της απελευθέρωσης της σεισμικής ενέργειας δίνει σημαντικές πληροφορίες για το πότε μία έκρηξη ή διείσδυση μπορεί να γίνει, οι μελέτες της ηφαιστειακής σεισμικότητας στο χώρο και χρόνο μπορούν επίσης να παρέχουν στοιχεία όπως για το πού η έκρηξη είναι πιθανό να εμφανιστεί.

Σχέσεις μεταξύ των τύπων της σεισμικότητας: Ορισμένες σχέσεις μεταξύ των διαφόρων τύπων της ηφαιστειακής σεισμικότητας έχουν παρατηρηθεί επανειλημμένα σε καλά μελετημένα ηφαίστεια. Για παράδειγμα, οι σεισμοί Α-τύπου (τεκτονικοί) αυξάνονται κατά τη διάρκεια μίας έκρηξης ή διείσδυσης, ενώ οι Β-τύπου μακράς διάρκειας χρησιμοποιούνται για την πρόγνωση σεισμών.

### *Γενικά*

Με βάση τα δεδομένα που μαζεύτηκαν από ηφαίστεια από όλο τον κόσμο, μπορεί καθαρά ναδειχτεί ότι ο σεισμικός θόρυβος και οι χαμηλής συχνότητας σεισμοί, προηγούνται και συνοδεύουν εκρηξιγενή επεισόδια όλων των τύπων. Γενικά, μία αύξηση στο ρυθμό των χαμηλής συχνότητας γεγονότων σημαίνει αυξημένη πιθανότητα ύπαρξης σεισμικού θορύβου, ενώ αυξημένα επίπεδα ενέργειας σεισμικού θορύβου συνεπάγονται αυξημένη πιθανότητα έκρηξης μέσα σε λίγες εβδομάδες, μέρες, ακόμα και ώρες.

### *Επίλογος*

Η πιο διαδεδομένη ευρέως τεχνική παρατήρηση για τη μείωση του ηφαιστειακού κινδύνου παραμένει η παρουσία εκπαιδευμένων παρατηρητών. Παρ' όλα αυτά, η ενόργανη παρατήρηση έχει την ικανότητα να αναγνωρίζει πρόδρομη δραστηριότητα ταχύτερα από τον άνθρωπο. Λόγω της μακροχρόνιας χρήσης τους και της τεχνολογικής ανάπτυξης, οι σεισμολογικές μελέτες είναι οι πιο

ευρέως εφαρμοσμένες τεχνικές παρατήρησης και αποτελούν βάση για πολλές επιτυχημένες προγνώσεις εκρήξεων.