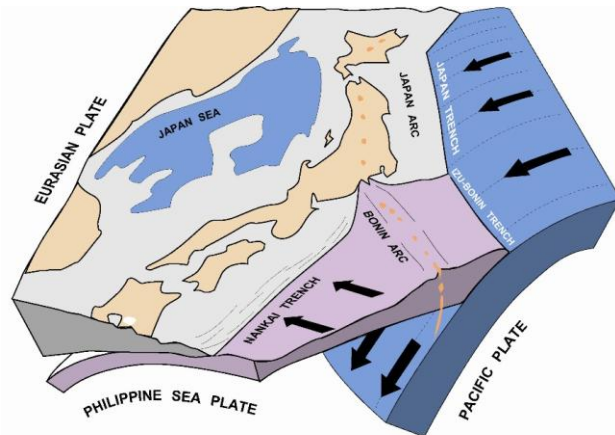
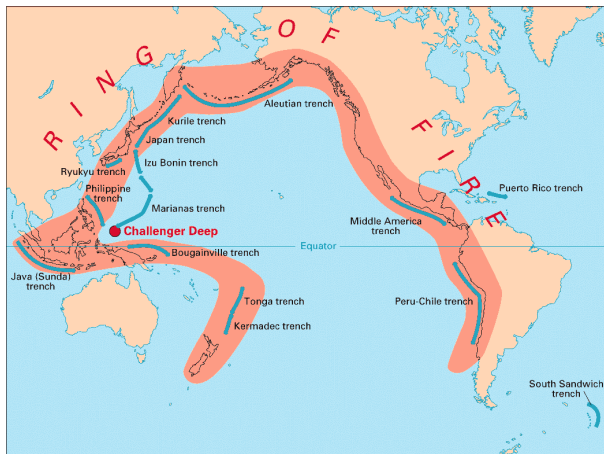


# Όλος ο πλανήτης επηρεάστηκε από το σεισμό της Ιαπωνίας

## Γεωλογικά πού εκδηλώθηκε ο σεισμός:



Διαγρ.1 (αριστερά): Η «Ζώνη του Πυρός» είναι μια ζώνη μήκους 40,000km που περιβάλλει τον Ειρηνικό Ωκεανό και που συγκεντρώνει το 92% της παγκόσμιας σεισμικότητας και το 75% της παγκόσμιας ηφαιστειακής δράσης. Πηγή: Υπηρεσία Γεωλογικών Ερευνών Ηνωμένων Πολιτειών (USGS).

Διαγρ.2 (δεξιά): Σχεδιάγραμμα σύγκρουσης της τεκτονικής πλάκας του Ειρηνικού (δεξιά) με την Ασιατική πλάκα (αριστερά). Η πλάκα του Ειρηνικού κινείται προς τα δυτικά με ταχύτητα 90mm ανά έτος και καταδύεται κάτω από την Ασιατική πλάκα. Πηγή: Ευρω-Μεσογειακό Σεισμολογικό Κέντρο (EMSC).

Ο σεισμός στην Ιαπωνία της 11<sup>ης</sup> Μαρτίου 2011 μεγέθους 9.0 βαθμών στην Ιαπωνία που συντάρραξε το παγκόσμιο, είναι άλλος ένας σεισμός για τον οποίο ευθύνεται η «Ζώνη του Πυρός» (Διάγρ. 1), μια ζώνη μήκους 40,000km που περιβάλλει τον Ειρηνικό Ωκεανό και που συγκεντρώνει το 92% της παγκόσμιας σεισμικότητας, το 80% των μεγαλύτερων σεισμών του κόσμου και το 75% της παγκόσμιας ηφαιστειακής δράσης.

Αρχικά να θυμηθούμε ότι το επιφανειακό στρώμα του πλανήτη χωρίζεται σε μικρό αριθμό δύσκαμπτων «πλακών», οι οποίες «επιπλέουν» και κινούνται πάνω στον συγκριτικά πιο εύπλαστο μανδύα της γης. Οι τεκτονικές αυτές πλάκες κινούνται ασταμάτητα, αλλά με συστηματικό τρόπο, με ταχύτητες

παρόμοιες με την ταχύτητα που φυτρώνουν τα νύχια μας, και εκτελούν ένα σοβαρό έργο της ζωής του πλανήτη μας: ανακυκλώνουν το εξωτερικό του περίβλημα με το να δημιουργούν νέο φλοιό στις περιπτώσεις που απομακρύνονται η μια από την άλλη, ενώ στα σημεία που συγκρούονται, να καταναλώνουν τον πιο παλιό φλοιό σπρώχνοντας τον πίσω στο εσωτερικό της γης (είτε να δημιουργούν όρη). Οι περισσότεροι σεισμοί συμβαίνουν στα όρια των πλακών αυτών, λόγω απότομης απελευθέρωσης της ενέργειας που συσσωρεύεται στα σημεία αυτά από την συνεχή τους κίνηση που συνοδεύουν τις πιο πάνω δραστηριότητες του πλανήτη.

Κατά μήκος της Ζώνης του Πυρός, η πλάκα του Ειρηνικού συγκρούεται με τις χερσαίες πλάκες που την περιβάλλουν και καταδύεται στο εσωτερικό της γης. Τα ρήγματα της ζώνης αυτής είναι μεγάλα και οι κινήσεις των πλακών έντονες, έτσι δυστυχώς σχετίζονται και με τους πιο μεγάλους και καταστροφικούς σεισμούς του κόσμου.

Στην περιοχή της Ιαπωνίας (Διαγρ. 2) η πλάκα Ειρηνικού κινείται προς τα δυτικά με ταχύτητα 90mm ανά έτος και καταδύεται κάτω από την Ασιατική πλάκα.

## **Πόσο μεγάλος ήταν ο σεισμός;**

Πόσο μεγάλος είναι ένας σεισμός μεγέθους 9.0; Είναι δύσκολο να φανταστούμε, με τις καθημερινές μας εμπειρίες, πόση δυναμική ενέργεια συσσωρεύτηκε στα πετρώματα της περιοχής για να δώσει ένα τόσο μεγάλο σεισμό. Η ενέργεια όμως αυτή μετατράπηκε σε μορφές πιο οικείες σε εμάς. Καταρχήν ήταν τόση, που κατά τη διάρκεια του σεισμού, πετρώματα έκτασης 400km επί 160km (Πλάκας Ειρηνικού) γλίστρησαν κατά 20 περίπου μέτρα κάτω από τα υπερκείμενα τους (πλάκας Ασίας) σύμφωνα με τη διάταξη στο Διάγρ. 2. Στη συνέχεια, η κινητική αυτή ενέργεια μετατράπηκε μερικώς σε ελαστική ενέργεια σφοδρών σεισμικών κυμάτων που διαδόθηκαν σε ολόκληρο τον πλανήτη (και ακόμη διαδίδονται όπως αναφέρεται πιο κάτω) και μερικώς στη μετατόπιση του τεράστιων όγκων νερού στον Ωκεανό δημιουργώντας το τρομερό τσουνάμι που άλλαξε μόνιμα το χάρτη της περιοχής.

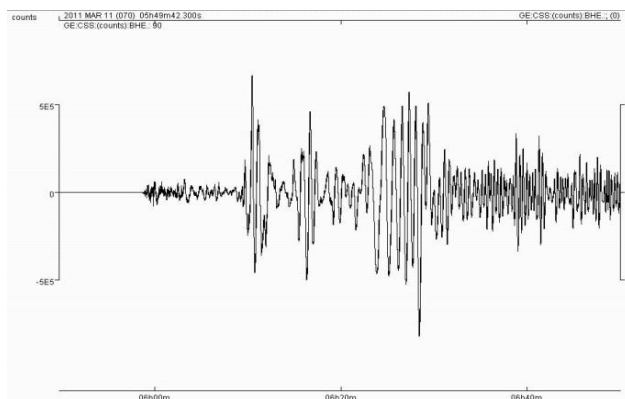
Πιο συγκεκριμένα,

1. Οι σφοδρές σεισμικές δονήσεις έγιναν αισθητές μέχρι και 2000km από το επίκεντρο.

2. Ολόκληρη η Ιαπωνία μετατοπίστηκε κατά 2.5m.
3. Παρατηρήθηκε μετρήσιμη αλλαγή στην διάρκεια της πλήρους περιστροφής της γης.
4. Το τρομερής ισχύος τσουνάμι σάρωσε τις παράκτιες περιοχές της χώρας τοποθετώντας λεωφορεία και πλοίαρια πάνω σε πολυώροφα κτίρια σε αποστάσεις χιλιομέτρων από τις ακτές.
5. Η γη αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε κατάσταση ελεύθερης ταλάντωσης - πάλλεται σαν καμπάνα - και αυτό θα συμβαίνει για αρκετό καιρό ακόμα.

Τόσο γιγάντιος λοιπόν είναι ένας σεισμός μεγέθους 9.0. Τώρα αρχίζουμε να καταλαβαίνουμε γιατί, ενώ οι μαθηματικές κλίμακες μέτρησης σεισμών δεν θέτουν κάποιο όριο για το μέγιστο σεισμό εξ' ορισμού τους, η γη η ίδια μας βάζει (ευτυχώς!) ένα μέγιστο όριο στο μέγεθος σεισμών στους 9.5 βαθμούς περίπου (σεισμός Χιλής, 1960). Πιο μεγάλος σεισμός από αυτόν θα συσχετιζόταν με ρήγμα διαστάσεων πιο μεγάλων από τα υπάρχοντα στη γη.

## **Καταγραφή του σεισμού στην Κύπρο**



*Διαγρ. 3: Καταγραφή του σεισμού της Ιαπωνίας μεγέθους 9.0 στην Κύπρο στον Σεισμολογικό Σταθμό Μαθιάτη, 9000km μακριά από το επίκεντρο.*

Ο σεισμός καταγράφηκε πολύ έντονα στην Κύπρο (Διάγρ. 3), 12 λεπτά μετά την εκδήλωσή του. Τα σφοδρά σεισμικά κύματα ξεκίνησαν τη διάδοσή τους από την εστία του σεισμού, η οποία ήταν σε απόσταση 9,000km από την Κύπρο. Τα πρώτα κύματα που έφτασαν στην Κύπρο, τα οποία ανήκουν στην κατηγορία των κυμάτων χώρου, ταξίδεψαν βαθιά στο εσωτερικό της γης ακολουθώντας καμπύλη τροχιά και έφτασαν μέχρι και περίπου 2,000km βάθος στον κατώτερο μανδύα της γης, μόλις 890km μακριά από τον εξωτερικό πυρήνα της γης, περίπου στη μέση της διαδρομής τους πριν φτάσουν στην επιφάνεια και καταγραφούν στους σεισμολογικούς μας

σταθμούς. Ενώ το πλάτος των κυμάτων που έφτασαν στην Κύπρο ήταν συγκρίσιμο με αυτά των μέτριων αισθητών σεισμών του νησιού, ήταν τόσο χαμηλής συχνότητας, κοινό χαρακτηριστικό των τηλεσεισμικών κυμάτων, που δεν έγιναν αντιληπτά από τον άνθρωπο ή το δομημένο περιβάλλον.

## **Τι είναι το τσουνάμι; Γιατί είναι τόσο καταστροφικό;**

Τι είναι το τσουνάμι; Γιατι ένα τσουνάμι ύψους 7m προκαλεί τόσο εκτεταμένες καταστροφές ενώ ένα «συνηθισμένο» θαλάσσιο κύμα παρόμοιου ύψους απλά σπάζει την ακτή και προκαλεί πολύ περιορισμένες ζημιές;

Το τσουνάμι γεννιέται όταν γίνει απότομη και έντονη μετατόπιση μεγάλου όγκου νερού. Υποθαλάσσιοι σεισμοί, υποβρύχιες ηφαιστειακές εκρήξεις, παραθαλάσσιες κατολισθήσεις ή ακόμη και πτώση ουράνιου σώματος στη θάλασσα μπορούν να προκαλέσουν τσουνάμι. Στο Διάγρ. 4 φαίνονται τα βασικά στάδια διάδοσης του.

Ο όγκος νερού που μετατοπίζεται από τη θέση ισορροπίας του, στην προσπάθεια του να βρει ξανά την ισορροπία του, δημιουργεί ένα κύμα που διαδίδεται με ιλιγγιώδη ταχύτητα που φτάνει και τα 1000km/h –σαν εμπορικό αεριωθούμενο αεροπλάνο.

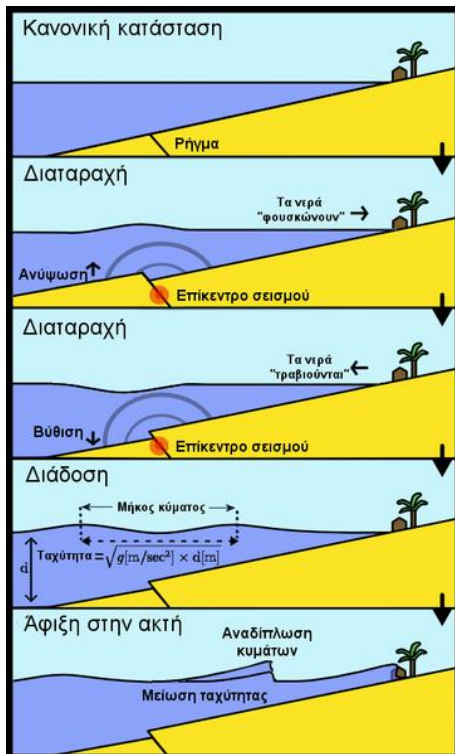
Στην ανοικτή θάλασσα το τσουνάμι έχει τεράστιο μήκος κύματος, της τάξης των 100-400km, πολύ μικρά πλάτη, μικρότερα από ένα μέτρο, και πολύ μεγάλη περίοδο, της τάξης της μίας ώρας, έτσι δεν γίνεται αντιληπτό και δεν αποτελεί κίνδυνο για τα πλοία στην ανοιχτή θάλασσα. Λόγω των πιο πάνω χαρακτηριστικών τους τα κύματα αυτά διαδίδονται σχεδόν χωρίς απώλειες ενέργειας στον ανοικτό ωκεανό για δεκάδες χιλιάδες χιλιόμετρα.

Φτάνοντας στα ρηχά νερά το μπροστινό τους μέτωπο επιβραδύνεται λόγω αντίστασης από τον όλο και πιο ξέβαθο βυθό, ενώ το πίσω μέρος συνεχίζει τα ταξιδεύει με μεγαλύτερες ταχύτητες, έτσι , σαν κλασσικό παράδειγμα της αρχής της αδράνειας, το κύμα κερδίζει ύψος στην προσπάθεια του να διατηρήσει την ορμή του. Το τελικό ύψος μπορεί να φτάσει αρκετές δεκάδες μέτρα και η ταχύτητα πρόσκρουσης τα 40km/h.

Τώρα να επανέλθουμε στο αρχικό μας ερώτημα: Γιατί ένα τσουνάμι δεδομένου ύψους προκαλεί τόσο μεγαλύτερες καταστροφές από ένα «συνηθισμένο» θαλάσσιο κύμα (λόγω ανέμου) παρόμοιου ύψους; Η διαφορά οφείλεται στο μήκος κύματος του τσουνάμι (Διάγρ. 4) το οποίο είναι τόσο μεγάλο που το κύμα μοιάζει με ένα τείχος νερού με ύψος πολλών μέτρων πάνω από την στάθμη της θάλασσας και με τεράστιο πάχος το οποίο όταν φτάσει στις ακτές, συνεχίζει να «έρχεται» για πολύ χρόνο.

Πριν χτυπήσει ένα ισχυρό τσουνάμι, η στάθμη της θάλασσας μπορεί να χαμηλώσει και το νερό να αποτραβηχτεί από την ακτή, δίνοντας την εντύπωση ότι «όλη η θάλασσα έφυγε προς τα πίσω», είτε να ψηλώσει. Αυτό είναι ένα πολύτιμο σημάδι για όσους βρίσκονται σε περιοχή που πρόκειται να χτυπήσει τσουνάμι που δεν διαθέτει σύστημα προειδοποίησης .

Ένα από τα πλέον καταστρεπτικά τσουνάμι της σύγχρονης ιστορίας (και αυτό με τον μεγαλύτερο αριθμό ανθρώπινων θυμάτων) εκδηλώθηκε μετά τον σεισμό της 26ης Δεκεμβρίου 2004 στην Ινδονησία, το οποίο είχε σαν αποτέλεσμα σχεδόν 250,000 νεκρούς και τεράστιες υλικές ζημιές. Ως μέγεθος, το μεγαλύτερο στην ιστορία τσουνάμι, σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, ήταν αυτό που δημιουργήθηκε από την έκρηξη του ηφαιστείου Κρακατόα (Ινδονησία) το 1883. Το μέγιστο ύψος των κυμάτων που δημιουργήθηκαν έφτασε τα 40 μέτρα.



Διαγρ. 4: Η δημιουργία και τα διάφορα στάδια διάδοσης του τσουνάμι.

Πηγή: <http://el.wikipedia.org>

## Πώς ο σεισμός επηρέασε την περιστροφή και τον άξονα συμμετρίας της γης.

Ένας μεγάλος σεισμός, σαν αυτός της Ιαπωνίας (2011), της Χιλής (2010) ή της Σουμάτρας (2004) προκαλείται από τη μετατόπιση πετρωμάτων

τεράστιων διαστάσεων και μάζας. Ως αποτέλεσμα η κατανομή μάζας του πλανήτη αλλάζει αρκετά ώστε ο νοητός άξονας συμμετρίας της γης να μετακινηθεί κατά μερικά εκατοστά στις πολικές περιοχές, με άλλα λόγια η κατανομή μάζας του πλανήτη αλλάζει αρκετά ώστε να επηρεάσει το ρυθμό της πλήρους περιστροφής της γής, αυτό δηλαδή που ονομάζουμε 24ωρο.

Η αλλαγή αυτή είναι της τάξης των μερικών εκατομμυριστών του δευτερολέπτου και εξαρτάται άμεσα από (1) το μέγεθος του σεισμού (όσο πιο μεγάλος ο σεισμός τόσο πιο έντονο το φαινόμενο), (2) το είδος του σεισμού, δηλ. η γεωμετρία της επιφάνειας της διάρρηξης των πετρωμάτων σε σχέση με την επιφάνεια της γης (όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία ολίσθησης των πλακών από το οριζόντιο της επιφάνειας της γης τόσο πιο έντονο είναι το φαινόμενο), και (3) τη θέση του σεισμού στην επιφάνεια της γης (όσο μικρότερη είναι η απόσταση από τον Ισημερινό, τόσο πιο έντονο είναι φαινόμενο).

Οι σεισμοί σε ζώνες καταβύθισης, όπως είναι οι τρεις σεισμοί που προαναφέρονται, προκαλούν πιο έντονα το φαινόμενο αυτό διότι μετακινούν λιθοσφαιρικές πλάκες προς το εσωτερικό της γης, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2, και έτσι η γη «μαζεύεται» και περιστρέφεται γρηγορότερα -- σαν ένα αθλητή του καλλιτεχνικού πατινάζ ο οποίος όπως περιστρέφεται μαζεύει τα χέρια του και επιταχύνει το ρυθμό περιστροφής του.

Επίκεντρο Σεισμού	Έτος	Μέγεθος	Μείωση 24ώρου σε εκατομμυριστά του δευτερολέπτου
Ιαπωνία	2011	9.0	1.8
Χιλή	2010	8.8	1.3
Σουμάτρα	2004	9.1	6.8

Πηγή: Εθνική Υπηρεσία Αεροναυτικής και Διαστήματος (NASA).

Στον πίνακα συγκεντρώνονται οι σχετικές πληροφορίες των σεισμών για τους οποίους έγιναν τέτοιες μετρήσεις. Όπως φαίνεται, δυσανάλογα έντονο είναι το φαινόμενο μετά το σεισμό της Σουμάτρας σε σχέση με τα άλλα, λόγω θέσης σεισμού – το επίκεντρο ήταν κοντά στον Ισημερινό, άρα σε μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο βάρους της γης, άρα μεγάλη αλλαγή στην στροφορμή της γης με την ανακατανομή μάζας.

Είναι όμως πάρα πολύ σημαντικό να αναφέρουμε ότι λόγω ατμοσφαιρικών και θαλάσσιων ρευμάτων κατά τη διάρκεια του έτους η περιστροφή της γης μπορεί να επιταχυνθεί ή να επιβραδυνθεί κατά χιλιοστά του δευτερολέπτου, δηλαδή κατά **550 φορές περισσότερο** από την αλλαγή που προκάλεσε ο

πρόσφατος σεισμός της Ιαπωνίας - και ο άξονας μετακινείται κατά περίπου ένα μέτρο άρα 6 φορές πιο πολύ σε σχέση με τη μετακίνηση που προκάλεσε ο σεισμός της Ιαπωνίας.

Η διαφορά σεισμών και καιρικών συνθηκών όσο αφορά την επίδραση τους στη περιστροφή της γης βρίσκεται στο ότι οι σεισμοί προκαλούν μόνιμες αλλαγές, ενώ ο καιρός παροδικές. Όμως θα χρειαστούν 90,000 περίπου χρόνια για να μειωθεί το 24ωρο κατά ένα λεπτό λόγω του σεισμού της Ιαπωνίας, σύμφωνα με τις πιο πάνω μετρήσεις!

Άρα δεν είναι κάτι που πρέπει να μας προβληματίζει με κανένα τρόπο αφού η λεγόμενη μετακίνηση του άξονα της γης και η αλλαγή της διάρκειας του 24ώρου λόγω σεισμών είναι κατά κανόνα 550 φορές πιο μικρή από αυτή που προκαλούν τα συνηθισμένα καιρικά φαινόμενα! Απλά με την σημερινή τεχνολογία οι επιστήμονες μπορούν να μετρήσουν ή να υπολογίσουν ανεπαίσθητες αλλαγές όπως αυτές που προαναφέραμε τις οποίες δεν μπορούσαν παλαιότερα.

**Δρ Σουλβάνα Πηλείδου**

**Γεωλογικός Λειτουργός**

**Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης**

**Τηλ. 22 409260**