



Φωτογραφίες περιοχών του Ινδικού Ωκεανού που έπληξε το τσουνάμι του 2004 (Πηγή: USC Tsunami Research Group)



## ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος



# ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΣΟΥΝΑΜΙ



Φοτογραφίες περιοχών του Ινδικού Ωκεανού που έπληξε το τσουνάμι του 2004 (Πηγή: USC Tsunami Research Group)

## ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΣΟΥΝΑΜΙ

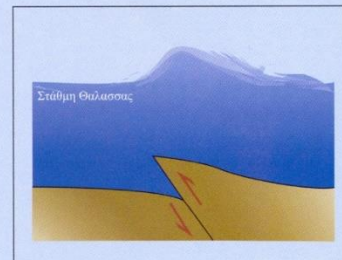
Η λέξη «τσουνάμι» είναι ιαπωνική και σημαίνει «το κύμα του λιμανιού» (τσου σημαίνει λιμάνι και νάμι σημαίνει κύμα). Η ονομασία δόθηκε το 1896, όταν γιγαντιαία κύματα ύψους 40 μέτρων έπληξαν μια παραλιακή πόλη στην Ιαπωνία, αφήνοντας πίσω τους 27.000 νεκρούς. Επίσημα το όνομα υιοθετήθηκε το 1963 από διεθνές επιστημονικό συνέδριο. Γενικά πρόκειται για μια σειρά τεράστιων κυμάτων, που γεννιέται από μια υποθαλάσσια διαταραχή και κινείται προς όλες τις κατευθύνσεις με πολύ μεγάλη ταχύτητα.

Οι αιτίες που προκαλούν τσουνάμι, είναι οι ακόλουθες:

- Κατακόρυφες μετατοπίσεις του θαλάσσιου νερού που δημιουργούνται από διαρρήξεις και μετατοπίσεις τμημάτων του θαλάσσιου πυθμένα, οι οποίες προκαλούνται από υποθαλάσσιους σεισμούς.
- Υποθαλάσσιες ηφαιστειακές εκρήξεις οι οποίες μπορούν να μετατοπίσουν με σχετική βιαιότητα μεγάλες ποσότητες θαλάσσιου νερού.
- Κατολισθήσεις που συμβαίνουν στον πυθμένα των θαλασσών.
- Πτώση αστεροειδών στην επιφάνεια της θάλασσας.

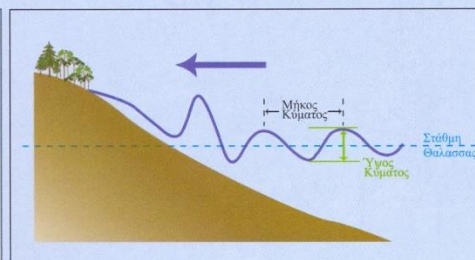
Κυρίως όμως τα τσουνάμι προκαλούνται από υποθαλάσσιους σεισμούς μεγέθους μεγαλύτερου από 6,5 βαθμούς στην κλίμακα Ρίχτερ και με εστιακό βάθος μικρότερο από 50 χιλιόμετρα. Ωστόσο, δεν δημιουργούν τσουνάμι όλοι οι υποθαλάσσιοι σεισμοί, καθώς αυτό εξαρτάται από την φύση και το μέγεθος της μετατόπισης του νερού πάνω από το επίκεντρο.

Πιο συγκεκριμένα, μεγάλες εκτάσεις του θαλάσσιου πυθμένα ανυψώνονται ή κατακρημνίζονται στην περιοχή του epicέντρου του σεισμού. Τα νερά πάνω απ' αυτές μετατοπίζονται κατακόρυφα και εκτρέπονται από τη θέση ισορροπίας τους, λόγω όμως της βαρύτητας τείνουν να επανέλθουν σε αυτή, δημιουργώντας έτσι τα θαλάσσια σεισμικά κύματα.

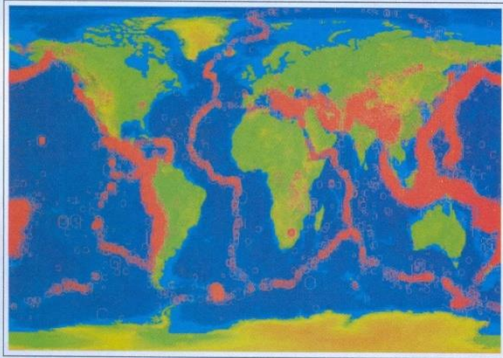


Συνήθως, ένα τσουνάμι μπορεί να έχει μήκος κύματος (η απόσταση δύο διαδοχικών κορυφών του) 100 έως 200 χιλιόμετρα, ενώ το ύψος του είναι μικρότερο από ένα μέτρο. Γι' αυτό τα πλοία που βρίσκονται στην ανοικτή θάλασσα δεν κινδυνεύουν, αλλά ούτε και αντιλαμβάνονται την ύπαρξη αυτών των κυμάτων. Η ταχύτητα ( $v$ ) αυτών των γιγαντιαίων κυμάτων είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερο είναι και το βάθος της θάλασσας και υπολογίζεται από την σχέση  $v = \sqrt{gd}$ , όπου  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας και  $d$  το βάθος του νερού. Γι' αυτό στον ανοιχτό ωκεανό τρέχουν με ταχύτητα που φθάνει και τα 1.000 χιλιόμετρα την ώρα. Καθώς όμως πλησιάζουν τη ξηρά το βάθος της θάλασσας μειώνεται και η τριβή ανακόπτει την ταχύτητά τους, αποκτούν όμως ολοένα και μεγαλύτερο ύψος που μπορεί να φθάσει τα 30 ή και τα 40 μέτρα και προσκρούουν στις ακτές με τεράστια δύναμη. Για παράδειγμα αναφέρεται, ότι ένα τσουνάμι ύψους ενός μέτρου στην ανοικτή θάλασσα με βάθος νερού 3000 μέτρων, θα μετατραπεί σε κύμα ύψους μεγαλύτερου των 6 μέτρων στην παραλία.

Βάθος νερού (m)	Ταχύτητα (Km/h)
500	250
1000	350
2000	500
3000	600
4000	700
5000	800



## ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΤΟΥ ΤΣΟΥΝΑΜΙ



Οι σεισμογόνες περιοχές του Πλανήτη

Τα περισσότερα τσουνάμι δημιουργούνται κατά μήκος της Ζώνης του Πυρός μήκους 40.000 χιλιομέτρων στον Ειρηνικό Ωκεανό. Η ζώνη αυτή έχει έντονη σεισμική και ηφαιστειακή δραστηριότητα, περικυκλώνει δε όλο τον Ειρηνικό Ωκεανό. Τσουνάμι δημιουργούνται επίσης στον Ινδικό Ωκεανό.

Τα τσουνάμι έχουν μια απίστευτη ενέργεια λόγω του μεγάλου όγκου του νερού που μεταφέρουν. Τα τεράστια κύματα νερού που δημιουργούνται, πλήττουν τις ακτές με τέτοια μανία που μπορούν να καταστρέψουν ολόκληρες πόλεις. Συνήθως, το πρώτο κύμα δεν είναι το πιο σημαντικό ούτε και το πιο καταστρεπτικό. Προφανώς οι περιοχές με χαμηλό υψόμετρο, κάτω από 10 μέτρα, διατρέχουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο. Οι περισσότερες απώλειες ανθρωπίνων ζωών στη διάρκεια ενός καταστρεπτικού τσουνάμι οφείλονται στους πνιγμούς. Οι κίνδυνοι που επίσης ακολουθούν από τις πλημμύρες, τη μόλυνση του πόσιμου νερού, τις πυρκαγιές που προκαλούνται από βραχυκυκλώματα ή τη θραύση δεξαμενών και αγωγών μεταφοράς φυσικού αερίου, δεν είναι ευκαταφρόνητοι. Οι απώλειες σε ζωές αυξάνονται από τον πανικό που κυριαρχεί, αλλά και την διάλυση ζωτικών κοινωνικών δομών και υπηρεσιών, όπως αστυνομία, πυροσβεστική, νοσοκομεία κλπ.



Δορυφορική εικόνα πόλης στην Ινδονησία πριν και μετά το τσουνάμι του 2004 (Πηγή: Digital Globe)

Η τεράστια καταστροφή το Δεκέμβριο 2004 στις χώρες της νοτιοανατολικής Ασίας, που βρέχονται από τον Ινδικό Ωκεανό, έδειξε για μια ακόμη φορά την καταστροφική δύναμη που μπορεί να έχει η φύση. Τα τσουνάμι, που κόστισαν τη ζωή σε χιλιάδες ανθρώπους, αποτελούν ένα φαινόμενο που ήταν η αιτία πολλών καταστροφών και στο παρελθόν. Καταστροφών που πάντα προκαλούν τον θάνατο χιλιάδων ατόμων και ανυπολόγιστες υλικές ζημιές. Από το 1945 περισσότεροι άνθρωποι έχουν σκοτωθεί από τα τσουνάμι παρά από τους σεισμούς. Αυτό δείχνει πόσο σοβαρό κίνδυνο ενέχουν.



Περιοχή που πλήγηκε από το τσουνάμι στον Ινδικό Ωκεανό το 2004 (Πηγή: USC Tsunami Research Group)

## ΤΣΟΥΝΑΜΙ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ ΘΑΛΑΣΣΑ

Ο κίνδυνος για δημιουργία τσουνάμι στη Μεσόγειο Θάλασσα είναι υπαρκτός λόγω της υψηλής της σεισμικότητας. Η τάξη όμως μεγέθους των τσουνάμι της Μεσογείου δεν είναι η ίδια με αυτή του Ειρηνικού και Ινδικού Ωκεανού λόγω των διαφορών στην μορφολογία του πυθμένα της Μεσογείου, αλλά και στην τάξη μεγέθους των σεισμών. Στη Μεσόγειο όμως, λόγω των μικρών αποστάσεων, οι χρόνοι άφιξης των τσουνάμι στις ακτές είναι πολύ μικρότεροι, παρά το γεγονός ότι ταξιδεύουν με μικρότερες ταχύτητες λόγω του μικρότερου βάθους.

Υπάρχουν αρκετές ιστορικές μαρτυρίες για τσουνάμι που έπληξαν μεσογειακές χώρες. Το πρώτο ιστορικά καταγεγραμμένο τσουνάμι συνέβη στην παράκτια Συρία κατά το 2.000 π.Χ. Στην Ελλάδα το παλαιότερο είναι αυτό που κατάστρεψε τον Περσικό στόλο στην Ποτιδαία της Χαλκιδικής το 479 π.Χ. Επίσης πολύ σημαντικό τσουνάμι είναι αυτό που έπληξε την Αλεξάνδρεια τον Ιούλιο του 365 μ.Χ. και προκάλεσε τον θάνατο 50.000 ανθρώπων. Το τσουνάμι αυτό προκλήθηκε από σεισμό, που υπολογίζεται ότι ήταν μεγέθους 8,2 βαθμών στην κλίμακα Ρίχτερ.





Πλοίο που μεταφέρθηκε σε κατοικημένη περιοχή από το τσουνάμι το 2004 (Πηγή: USC Tsunami Research Group)

«...Στις 21 Ιουλίου 365 μ.Χ. ολόκληρη η γη σείστηκε, η θάλασσα αποσύρθηκε, αποκαλύφθηκε ο θαλάσσιος βυθός και η θάλασσα ζωή που υπήρχε σε αυτόν. Οι βάρκες κάθισαν στον θαλάσσιο πυθμένα και ο κόσμος άρχισε να μαζεύει ψάρια. Ακολούθως η θάλασσα επέστρεψε ορμητικά. Χιλιάδες κόσμου πνίγηκαν, βάρκες βυθίστηκαν, μεγάλα καράβια μεταφέρθηκαν σε οροφές σπιτιών στην Αλεξάνδρεια και άλλα μεταφέρθηκαν μέχρι και δυο μίλια από την ακτή προς την ενδοχώρα, όπως το σπαρτιατικό πλοίο που είδα να διαλύεται στη Μεθώνη όταν περνούσα από εκεί πολύ αργότερα ...»

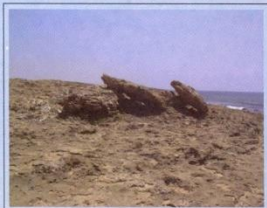
*Ammianus Marcellinus*

### Ο ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΠΡΟ

Υπάρχουν ιστορικές μαρτυρίες και πειστικές γεωλογικές ενδείξεις ότι οι κυπριακές ακτές έχουν πληγεί στο παρελθόν από τέτοια κύματα. Χαρακτηριστική είναι η περιγραφή των Ogerius Panis και Marchisius Scriba (1294 μ.Χ) για τσουνάμι, που έπληξαν την Κύπρο και τα οποία προκάλεσε ο καταστροφικός σεισμός του Μαΐου του 1222 μ.Χ.

«...στην Κύπρο η θάλασσα ανυψώθηκε από τη δόνηση και όρμησε στην στεριά, τεράστιες μάζες θαλάσσιου νερού μεγάλες σαν βουνά κατέκλυσαν την στεριά, κατεδαφίζοντας κτήρια και γεμίζοντας χωριά με ψάρια.... Η Πάφος, λένε, υπέφερε πιο πολύ.... το λιμάνι της αποξηράθηκε και η πόλη κατακλύστηκε από τη θάλασσα.... η πόλη και το κάστρο καταστράφηκαν ολοσχερώς και οι κάτοικοί της εξαφανίστηκαν....»

Εκτός όμως από τις ιστορικές μαρτυρίες, υπάρχουν και πολλές σοβαρές γεωλογικές ενδείξεις για τσουνάμι που έπληξαν την Κύπρο. Τέτοιες ενδείξεις είναι τα υλικά που μεταφέρουν μαζί τους και τα οποία αποθέτουν στις περιοχές που κατακλύζουν. Τα υλικά αυτά είναι άμμοι, χαλίκια, ογκόλιθοι από τον πυθμένα και τις ακτές, καθώς και θαλάσσιοι οργανισμοί (ψάρια, όστρακα, τρηματοφόρα, δηλ. μικροσκοπικοί οστρακοφόροι οργανισμοί, θαλάσσια φύκη κλπ) Κατά την απόσυρσή τους τα τσουνάμι αποπλένουν τη χέρσο από το εδαφικό κάλυμμα, τη βλάστηση και γενικά από ό,τι βρίσκεται στην περιοχή που έχουν κατακλύσει.



Οι ογκόλιθοι αυτοί που βρίσκονται σε κυπριακές παράκτιες περιοχές, μόνο με ισχυρές ωστικές δυνάμεις θα μπορούσαν να μεταφερθούν από την παραλία στη θέση που βρίσκονται τώρα. Τέτοιες ωστικές δυνάμεις θα μπορούσαν να προκληθούν από τσουνάμι. Στις περιοχές αυτές δεν υπάρχει εδαφικό κάλυμμα



Στις κυπριακές παράκτιες περιοχές βρίσκονται και άλλες ενδείξεις για τσουνάμι, όπως αποθέσεις υλικών από το θαλάσσιο πυθμένα (φωτογραφίες αριστερά και δεξιά), καθώς και απομεινάρια εδαφικού καλύμματος, που δεν έχει αποπλυθεί, αφού προστατεύθηκε από απόθεση ογκόλιθων (κεντρική φωτογραφία)



Μετά από έναν ισχυρό σεισμό, μπορεί να ακολουθήσει τσουνάμι



Κινηθείτε γρήγορα προς περιοχές με ψηλό υψόμετρο

Ο σεισμός αποτελεί μια φυσική προειδοποίηση για ένα επερχόμενο τσουνάμι. Μετά από έναν ισχυρό σεισμό, απομακρυνθείτε από παραθαλάσσιες περιοχές ή περιοχές χαμηλού υψόμετρου που γειτνιάζουν με τη θάλασσα.

Παραμείνετε μακριά από τις παραθαλάσσιες περιοχές μέχρι να ενημερωθείτε από την αρμόδια Υπηρεσία ότι δεν υπάρχει κίνδυνος. Ένα τσουνάμι δεν αποτελείται από ένα και μόνο κύμα, αλλά από μια σειρά από κύματα με διαφορετικό χρόνο άφιξης στην ακτή.

Μην πλησιάζετε τις ακτές για να παρακολουθήσετε ένα επερχόμενο τσουνάμι. Όταν δείτε το τσουνάμι, είναι πιθανό πολύ αργά για να το αποφύγετε.

Σε πολλές περιπτώσεις πριν από επερχόμενο τσουνάμι προηγείται μια σημαντική αύξηση ή πτώση της στάθμης της θάλασσας. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί φυσική προειδοποίηση και θα πρέπει να λαμβάνεται πολύ σοβαρά υπόψη.

Δεν προκαλούν τσουνάμι όλοι οι σεισμοί. Όταν όμως αισθανθείτε κάποιο σεισμό, μείνετε σε εγρήγορση. Μπορεί να ακολουθήσει τσουνάμι.

Ένα σχετικά μικρού μεγέθους τσουνάμι σ' ένα σημείο μιας ακτής μπορεί να μεταβληθεί σ' ένα εξαιρετικά μεγάλο μεγέθους τσουνάμι σε άλλο σημείο, μερικά χιλιόμετρα απόσταση από το πρώτο σημείο.



Πανοραμική άποψη πόλης που πλήγηκε από το τσουνάμι στον Ινδικό Ωκεανό το 2004  
(Πηγή: USDOD/IllinoisPhoto.com)



*Το Μεγάλο Κύμα*

*Πίνακας χαρακτηριστικής, έργο του Ιάπωνα καλλιτέχνη Katsushika Hokusai (1760 - 1849), από την σειρά "Thirty Six Views of Fuji". Το πρωτότυπο βρίσκεται στο μουσείο Hakone στην Ιαπωνία.*

Γραφεία Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης :  
Λεύκωσος 1, Στρόβολος, Λευκωσία, ΚΥΠΡΟΣ  
Τηλ.: +357 22409213, Φαξ: +357 22316873  
Ηλεκτρ. Διεύθυνση : [director@gsd.moa.gov.cy](mailto:director@gsd.moa.gov.cy)

Ταχυδρομική διεύθυνση :  
Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης  
1415 Λευκωσία  
ΚΥΠΡΟΣ

<http://www.moa.gov.cy/gsd>

Ετοιμάστηκε από τον Ι. Παναγίδη, Ανώτερο Γεωλογικό Λειτουργό  
Διευθυντής Τμήματος Γεωλογικής Επισκόπησης: Δρ Π. Μιχαηλίδης



Γ.Τ.Π. 328/2008-1.000  
Εκδόθηκε από το Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών

Εκτύπωση: Imprinta Ltd