

# TSUNAMI (ΤΣΟΥΝΑΜΙ)

*Γράφει ο Κώστας Πάππας*

## **Τι σημαίνει Τσουνάμι και πως δημιουργείται;**

Το Tsunami είναι μία σειρά από κύματα που δημιουργούνται στον ωκεανό από μία απότομη διαταραχή της υδάτινης μάζας, ΚΑΘΕΤΗ στη μάζα του νερού, η οποία μετατοπίζει μεγάλες ποσότητες νερού.

Προέρχεται από τις δύο Γιαπωνέζικες λέξεις “tsu” που σημαίνει λιμάνι και “nami” που σημαίνει κύμα. Επομένως μεταφράζεται σε “ λιμενικό κύμα”, “harbor wave”.

Τα Tsunamis δημιουργούνται συνήθως από ένα σεισμό που συμβαίνει στο βυθό της θάλασσας. Η ενέργεια που γεννιέται από το σεισμό μεταδίδεται δια μέσου του νερού.

Σε βαθιά νερά η ενέργεια που μεταφέρουν τα σεισμικά αυτά κύματα ταξιδεύει απαρατήρητα και αθόρυβα διότι το ύψος των κυμάτων δεν ξεπερνάει τους 30 με 40 πόντους.

Όταν όμως φτάσει στα ρηχά νερά, κοντά στις ακτές και στα λιμάνια η ενέργεια αυτή για λόγους που θα εξηγήσω πάρα κάτω, δημιουργεί τεράστια κύματα που μπορούν να φτάσουν τα 30 μέτρα ύψος.

Αν και σχετικά σπάνιο φαινόμενο, τα τσουνάμι έχουν κοστίσει σε απώλειες χιλιάδων ψυχών ανά τον κόσμο, από σεισμούς στην Ιαπωνία, Ινδονησία, Νικαράγουα και αλλού.

Στο παρελθόν ο πολύς κόσμος αποκαλούσε το τσουνάμι “παλίρροιακό κύμα”(κοινώς παλίρροια), ενώ η επιστημονική κοινότητα το αποκαλούσε “σεισμικό κύμα”.

Η παλίρροια και η άμπωτης δημιουργούνται από τις δυνάμεις βαρύτητας της σελήνης, του ήλιου και των πλανητών όταν αυτές δεν ισορροπούν. Το τσουνάμι δεν έχει καμία σχέση με αυτές.

Ο όρος “σεισμικό κύμα” αν και κοντινότερος στην πραγματικότητα, διότι είναι σαφώς μία αιτία δημιουργίας του τσουνάμι, είναι επίσης παραπλανητικός, διότι μια σεισμική δόνηση του βυθού του ωκεανού, δεν είναι απαραίτητο να δημιουργήσει τσουνάμι, ούτε και είναι η μόνη αιτία που δημιουργεί το τσουνάμι.

Το τσουνάμι μπορεί να δημιουργηθεί και από άλλες μη σεισμικές αιτίες, όπως έκρηξη ηφαιστείου στο βυθό της θάλασσας, πτώση μετεωρίτη, κατολίσθηση εδάφους κοντά στην θάλασσα.

Όλες οι αιτίες, προσέχετε το αυτό, δημιουργούνται από ΚΑΘΕΤΗ διαταραχή της υδάτινης μάζας.

## Σε τι διαφέρουν τα τσουνάμι από τα κύματα που δημιουργεί ο άνεμος;

Τα κύματα που δημιουργεί ο άνεμος, ή εκείνα που ξεκινούν από μία καταιγίδα και ρυθμικά ρολάρουν ένα κύμα μετά το άλλο προς την ακτή, σχηματίζονται από την οριζόντια δύναμη που εξασκεί ο άνεμος επάνω τους και έχουν συνήθως μικρό μήκος κύματος, σε σύγκριση με εκείνο του τσουνάμι.

Όταν λέμε μήκος κύματος, εννοούμε την απόσταση από κορυφή σε κορυφή του κύματος. Σε συμβατικό κύμα, εκείνο δηλαδή που δημιουργεί ο άνεμος, το μήκος κύματος φτάνει τα 100 με 150 μέτρα και περίοδο, δηλαδή χρόνο για το δεύτερο κύμα να φτάσει στη θέση που ήταν το πρώτο (έχουν βλέψεις και τα κύματα την περίοδο τους) από 10 έως 20 δευτερόλεπτα.

Ένα τσουνάμι μπορεί να έχει μήκος κύματος που να ξεπερνά τα 100 χιλιόμετρα και περίοδο που να φτάνει τις 1 με 2 ώρες. Δηλαδή, μόλις περάσει μια κορυφή κύματος από ένα σημείο, η άλλη που ακολουθεί στα 100 χιλιόμετρα να φτάσει στο ίδιο σημείο μετά από 1 ή 2 ώρες, ανάλογα με την περιόδό του.

Για να βρούμε την ταχύτητα ενός κινητού, διαιρούμε την απόσταση που διένυσε με το χρόνο (την περίοδο του κύματος). Έχουν λοιπόν, τα γνωστά μας συμβατικά κύματα ταχύτητες (εάν διαιρέσουμε το μήκος κύματος με την περίοδο  $150 \text{ μέτρα} / 10 \text{ δευτερόλεπτα} = 15$ ), γύρω στα 15 μέτρα στο δευτερόλεπτο ή 54 χιλιόμετρα την ώρα .

Τώρα θα ορίσω ένα άλλο όρο που χρησιμοποιείται στην επιστήμη της ωκεανογραφίας σχετικά με τα κύματα.

Ένα κύμα λέγεται “κύμα ρηχού βυθού” όταν το πηλίκο μεταξύ του βάθους του νερού που βρίσκεται το κύμα και του μήκους κύματος είναι πάρα πολύ μικρός.

Σαν αποτέλεσμα του μεγάλου μήκους κύματος που έχουν τα τσουνάμι συμπεριφέρονται κοντά στις ακτές σαν “κύματα ρηχού βυθού”.

Τα “κύματα ρηχού βυθού” κινούνται με ταχύτητα που είναι ίση με την τετραγωνική ρίζα του γινομένου της επιτάχυνσης της βαρύτητας που είναι **10 μέτρα ανά δευτερόλεπτο, ανά δευτερόλεπτο** και του βάθους του νερού. Δηλαδή, Ταχύτητα Κύματος =  $\sqrt{10 \times d}$ . Σας μπέρδεψα.

Ας δούμε τώρα, τι σημαίνει αυτό, με ένα παράδειγμα.

Στον Ειρηνικό ωκεανό όπου το μέσο τυπικό βάθος του νερού είναι γύρω στα 4,000 μέτρα, ένα τσουνάμι ταξιδεύει με ταχύτητα

$$= \sqrt{10 \times 4000 \text{ μέτρα}} = \sqrt{40,000} = 200 \text{ μέτρα το δευτερόλεπτο.}$$

(Σημείωση. Τετραγωνική ρίζα ενός αριθμού, είναι ο αριθμός εκείνος που όταν πολλαπλασιάζεται με τον εαυτό του, δίνει τον αριθμό. Η τετραγωνική ρίζα του 25, είναι ο 5, διότι  $5 \times 5 = 25$ , του 40,000 το 200, διότι  $200 \times 200 = 40,000$ ).

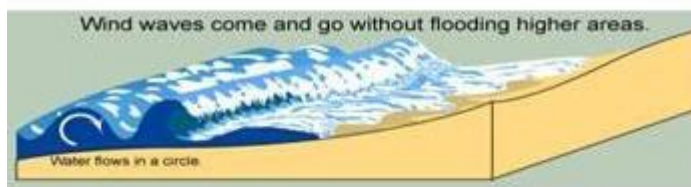
Τα 200 μέτρα το δευτερόλεπτο ισοδυναμούν με  $200 \times 3600$  δευτερόλεπτα στην ώρα = 720 χιλιόμετρα την ώρα. Δηλαδή το τσουνάμι τρέχει με την ταχύτητα ενός αεριωθουμένου. Και κάτι άλλο που κάνει τα πράγματα πιο τραγικά.

Τα μαθηματικά λένε ότι ένα κύμα χάνει την ενέργεια του σε ρυθμό αντιστρόφως ανάλογο με το μήκος κύματος του.

Δηλαδή όσο πιο μεγάλο είναι το μήκος κύματος (απέχει η μια κορυφή, από την άλλη), με τόσο αργότερο ρυθμό χάνει την ενέργεια του (δηλαδή την ταχύτητα του).

Επειδή λοιπόν τα τσουνάμι έχουν πάρα πολύ μεγάλο μήκος κύματος, όπως είπαμε, και ταξιδεύουν με μεγάλες ταχύτητες, μπορούν να ταξιδέψουν υπερωκεάνιες αποστάσεις με πολύ ελάχιστη απώλεια της ενέργειάς τους, την οποία ενέργεια θα φέρουν άθικτη στην ακτή για να την εναποθέσουν στα ανύψωτα θύματα τους, προκαλώντας θάνατο, ζημιές και συμφορές.

### Πως ένας σεισμός μπορεί να δημιουργήσει τσουνάμι;



Επάνω, τα κοινά κύματα τρέχουν με κυκλική κίνηση, χωρίς να πλημμυρίζουν ψηλότερες περιοχές, ενώ του τσουνάμι, κάτω σε ευθεία προς την ακτή και ανεβαίνουν ψηλά σαν υδάτινος τοίχος..

Τα Tsunamis μπορούν να δημιουργηθούν όταν ο θαλάσσιος βυθός μετακινηθεί απότομα πάνω-κάτω και μετατοπίσει κάθετα την υδάτινη μάζα που βρίσκεται επάνω του. Οι τεκτονικοί σεισμοί είναι εκείνοι που προκαλούνται από την μετατόπιση του φλοιού της γης.

Όταν τέτοιοι σεισμοί συμβαίνουν κάτω από τη θάλασσα, το νερό επάνω από την περιοχή που μετατοπίστηκε μετακινείται από τη θέση ισορροπίας του. Καθώς

το νερό προσπαθεί να επανέλθει στη θέση ισορροπίας του, υπό την επίδραση της βαρύτητας, δημιουργεί κύματα. Όταν μεγάλες επιφάνειες του βυθού ανασηκώνονται ή κατέρχονται, τότε δημιουργούνται τσουνάμι.

Τέτοιες μεγάλες κάθετες μετατοπίσεις του φλοιού της γης μπορούν να συμβούν εκεί που ο βυθός ενώνεται με τις βάσεις των ηπειρωτικών υφαλοκρηπίδων και γλιστράει κάτω από αυτές. Τέτοιες μετατοπίσεις συμβαίνουν στον Ειρηνικό ωκεανό.

### Πως οι κατολισθήσεις, οι ηφαιστειακές εκρήξεις και οι μετεωρίτες μπορούν να δημιουργήσουν τσουνάμι ;

Υποβρύχιες κατολισθήσεις που συχνά ακολουθούν τους σεισμούς έχουν σαν αποτέλεσμα την κάθετη μετατόπιση της υδάτινης μάζας πάνω από την κατολίσθηση προς τα κάτω. Καθώς το νερό σπενδύει να πληρώσει το άνοιγμα που δημιούργησε η κατολίσθηση, κύματα τσουνάμι δημιουργούνται με τον ίδιο μηχανισμό που εξήγησα προηγουμένως.

Παρόμοια υποβρύχιες εκρήξεις ηφαιστείων που στέλνουν τη λάβα κάθετα προς την επιφάνεια δημιουργούν απότομη πίεση του νερού προς τα πάνω και δημιουργείται κύμα τσουνάμι.

Κατολισθήσεις πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και πτώσεις μετεωριτών κάθετα στην επιφάνεια της θάλασσας διαταράσσουν το νερό εκ των άνω. Καθώς το νερό προσπαθεί να επανέλθει στην αρχική του θέση μετά την διαταραχή, δημιουργεί κύμα τσουνάμι..

### **Τι συμβαίνει όταν ένα τσουνάμι προσεγγίζει μία ακτή;**

Καθώς το τσουνάμι αφήνει τα βαθιά νερά του ανοικτού ωκεανού και ταξιδεύει προς τα ρηχότερα νερά των ακτών, μετασχηματίζεται.

Είπαμε πριν ότι το τσουνάμι ταξιδεύει με ταχύτητα που είναι ανάλογη με το βάθος του νερού, βαθύτερο νερό, μεγαλύτερη ταχύτητα, ρηχότερο νερό μικρότερη ταχύτητα.

Όταν λοιπόν οι κορυφές του κύματος τσουνάμι προσεγγίζουν τις ακτές το τσουνάμι αρχίζει να ελαττώνει την ταχύτητά του και να ταξιδεύει αργότερα.

Τώρα συμβαίνει το εξής φαινόμενο. Καθώς η κορυφή που ακολουθεί και βρίσκεται στα βαθύτερα ταξιδεύει ταχύτερα από την κορυφή που είναι στα ρηχότερα, είναι επόμενο να προσκρούσει επάνω της και να αυξήσει το ύψος της πρώτης κορυφής.

Το ίδιο συμβαίνει και με τις επόμενες αλληπάλληλες κορυφές που στοιβάζονται στις πρώτες με αποτέλεσμα την ραγδαία αύξηση του ύψους του κύματος το οποίο ενώ στο βαθύ ωκεανό δεν ξεπέραγε τα μερικά εκατοστά του μέτρου φτάνει να γίνει 30 μέτρα ύψος κοντά στις ακτές.

### **Τι συμβαίνει όταν ένα τσουνάμι φτάσει στην ακτή;**

Όταν τελικά το τσουνάμι φτάσει στην ακτή, όπως είπαμε, ελαττώνει την ταχύτητα του και αυξάνει το ύψος του που εμφανίζεται σαν ένας τοίχος ταχέως ανερχόμενου νερού.

Επειδή όπως είπαμε σε όλο το υπερπόντιο ταξίδι του με ταχύτητα αεριωθούμενου δεν έχασε καθόλου ενέργεια λόγω του μεγάλου μήκους κύματος όλο αυτό το τρομερό ποσό ενέργειας θα το εναποθέσει στα αντικείμενα της ακτής. Ανθρώπους, κτίσματα και άλλα αντικείμενα.

Είναι ικανό να υπεισέλθει και να πλημμυρίσει εκατοντάδες μέτρα ακτής με μεγάλη ταχύτητα σαρώνοντας τα πάντα.

Τα τσουνάμις μπορούν να φτάσουν μέγιστο ύψος πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας της τάξεως των 10, 20, και ακόμα 30 μέτρων.