



ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ
ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.Γ.Μ. :3275

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ.

ΑΚΑΔΗΜΙΑ
ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ
ΝΑΥΤΙΚΟΥ
Α.Ε.Ν. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΛΑΜΠΟΥΡΑ Σ.

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΙΟΥΝΙΟΣ 2016

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

Α.Ε.Ν. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΛΑΜΠΟΥΡΑ Σ.

ΘΕΜΑ: ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ Α.Γ.Μ. :3275

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

<i>A/ A</i>	<i>Όνοματεπώνυμο</i>	<i>Ειδικότης</i>	<i>Αξιολόγηση</i>	<i>Υπογραφή</i>
<i>1</i>				
<i>2</i>				
<i>3</i>				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΠΟΥΔΩΝ:

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΣΟΥΝΑΜΙ	7
1.1 Γενικά.....	7
1.2 Ορολογία.....	8
1.3 Χαρακτηριστικά	9
1.4 Πρόγνωση και μέθοδοι επιβίωσης.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΡΟΠΙΚΟΣ ΚΥΚΛΩΝΑΣ -ΤΥΦΩΝΑΣ	12
2.1 Γενικά.....	12
2.2 Ιδιότητες	13
2.3 Δημιουργία	14
2.4 Περιοχές ανάπτυξης	15
2.5 Μήνες ανάπτυξης	15
2.6 Τροχιά	16
2.7 Ταχύτητα μετατόπισης	17
2.8 Έκταση.....	17
2.9 Τελική διάλυση	19
2.10 Ορολογία μερών τροπικού κυκλώνα.....	19
2.11 Διακρίσεις τροπικών κυκλώνων	21
2.12 Κλίμακες.....	22
2.13 Διεθνείς υποχρεώσεις πλοίων σε τροπικές ζώνες	24
2.14 Πρακτικοί κανόνες αποφυγής τροπικού κυκλώνα	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΙΦΩΝΑΣ- ΑΝΕΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	27
3.1 Γενικά.....	27
3.2 Διακρίσεις	28
3.3 Σχηματισμός.....	29
3.4 Ευνοϊκοί παράγοντες	30
3.5 Μεσοκυκλώνας.....	32
3.6 Αεροχείμαρρος	33
3.7 Εμφάνιση και σχήμα.....	34
3.8 Ένταση και καταστροφές.....	38
3.9 Κλιματολογία	43
3.10 Οι υδροσίφωνες.....	45
3.10.1 Περιοχές με συχνούς σίφωνες θαλάσσης	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΤΑΙΓΙΔΑ	47
4.1 Κύκλος ζωής.....	47
4.2 Ναυτιλία.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ – ΡΕΥΜΑ - ΚΥΜΑ.....	51
5.1 Χαρακτηριστικά	52
5.2 Ιστορία	52
5.3 Ερμηνεία φαινομένου	52
5.4 Συνιστώσες παλίρροιας	54
5.5 Παλιρροιακό κύμα	55
5.6 Παλιρροιακό ρεύμα	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΣΤΗΝ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑ.....	57
ΠΗΓΕΣ	58
1. Διαδικτυακοί τόποι.....	58
2. Βιβλιογραφία	58
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	59

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι αδιαμφισβήτητο ότι η ανθρωπότητα καθημερινά ταλανίζεται από αμέτρητα προβλήματα στα οποία από αρχαιοτάτων χρόνων δεν έχει καταφέρει να βρει λύσεις.

Υπάρχουν προβλήματα τα οποία έχουν δημιουργηθεί από τον ίδιο τον άνθρωπο, προβλήματα που αφορούν τη βιωσιμότητα του στον οικονομικό, πολιτικό, κοινωνικό, πολιτισμικό και οικολογικό τομέα. Υπάρχουν όμως και προβλήματα τα οποία δε φέρει ευθύνη ο άνθρωπος και πρέπει όμως να τα αντιμετωπίσει για να επιβιώσει. Τέτοια προβλήματα είναι οι φυσικές καταστροφές.

Μία φυσική καταστροφή είναι ένα φυσικό γεγονός ασυνήθιστου μεγέθους που οι άνθρωποι δεν το αναμένουν και δε μπορούν να το ελέγξουν. Οι φυσικοί κίνδυνοι απειλούν ανθρώπινες ζωές και δραστηριότητες και μπορούν να αλλάξουν για πάντα τον τρόπο ζωής τους.

Ένας φυσικός κίνδυνος μπορεί να εξελιχθεί σε φυσική καταστροφή όταν προκαλεί την καταστροφή ιδιοκτησιών ή το τραυματισμό και το θάνατο ανθρώπων. Κατά τη διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου, τουλάχιστον ένας φυσικός κίνδυνος είναι βέβαιο ότι θα επηρεάσει τη ζωή του. Κατά το έτος 2001 οι φυσικοί κίνδυνοι και καταστροφές σκότωσαν πάνω από είκοσι πέντε χιλιάδες (25000) άτομα και προκάλεσαν σαράντα (40) δισεκατομμύρια ευρώ ζημιές σε όλον το κόσμο.

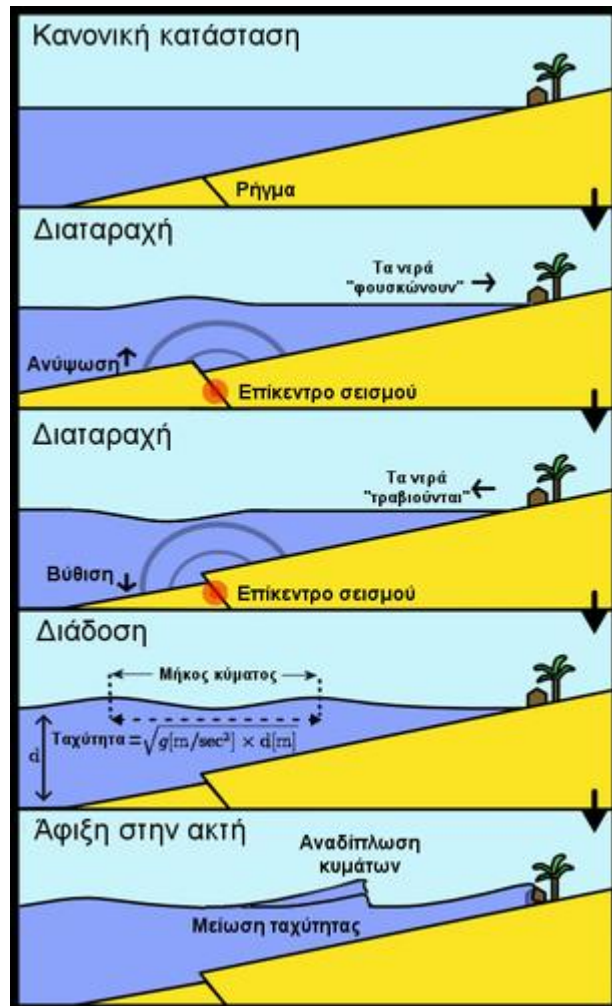
Δυστυχώς οι οικονομικές απώλειες λόγω φυσικών καταστροφών αυξάνονται δραματικά. Εκτός από τις εμφανείς, άμεσες επιδράσεις των φυσικών κινδύνων (όπως π.χ. όταν ένας σεισμός καταστρέφει ένα σπίτι), υπάρχουν συνήθως και έμμεσες επιδράσεις. Παρόλο που αυτές οι επιδράσεις μπορεί να είναι λιγότερο εμφανείς, είναι συνήθως πιο επιβλαβείς και μπορούν να προσθέσουν χρόνια στην περίοδο ανάκαμψης από μια καταστροφή. Δεν υπάρχει πλήρης ανάκαμψη, οι φυσικές καταστροφές μπορούν να αλλάξουν για πάντα τη ζωή. Σκοπός της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας είναι να γίνει κατανοητή η έννοια των φυσικών καταστροφών και να μελετηθεί η πρόληψη και η αντιμετώπισή τους. Οι φυσικές καταστροφές που μελετώνται και αναλύονται στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία είναι το Τσουνάμι, οι Τυφώνες- Κυκλώνες, ο Σίφωνας- Ανεμοστρόβιλος, η Καταιγίδα ,η Παλίρροια και η Επίδραση των Φ.Κ. στην Ναυσιπλοΐα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΤΣΟΥΝΑΜΙ

1.1 Γενικά

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 ή μια λίμνη.

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 σύνηθες 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).



Εικόνα 1- Μηχανισμός δημιουργίας ενός τσουνάμι

Φτάνοντας τα κύματα αυτά σε ρηγά νερά χάνουν την ταχύτητά τους, έως και 20 φορές, αρχικά στο μπροστινό τους μέτωπο, αυτό που φτάνει πρώτο στα ρηγά, 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.

1.2 Ορολογία

Η ονομασία του, που αποτελεί διεθνή όρο, προέρχεται από τις ιαπωνικές λέξεις τσουνάμι (tsu, 津, λιμάνι και nami, 波, κύμα), που θα μεταφράζονταν στα ελληνικά ως «κύμα του λιμανιού». Η ονομασία αυτή δόθηκε από τους Ιάπωνες, που πλήττονται συχνά από αυτά, λόγω του ότι δεν γίνονται αντιληπτά και δεν αποτελούν κίνδυνο για τα πλοία στην ανοιχτή θάλασσα, αλλά είναι πολύ καταστρεπτικά όταν φθάσουν σε παράλιες περιοχές.

Το τσουνάμι πολλοί το αποκαλούν παλιρροιακό κύμα ή «θαλάσσιο σεισμικό κύμα». Ο πρώτος όρος είναι εντελώς λανθασμένος, καθώς αφορά την 6-ωρη περιοδική μετατόπιση υδάτινων μαζών της Γης λόγω των βαρυτικών επιδράσεων από τη Σελήνη και τον Ήλιο που τείνουν να παραμορφώνουν τη Γη και το καταφέρνουν στο ευκίνητο μέρος της, την υδρόσφαιρα. Ο δεύτερος όρος αποδίδει πιο σωστά το φαινόμενο, καθώς το τσουνάμι είναι παράγωγο οδεύον κύμα θραύσης, μεγάλης κλίμακας και μελετάται με σεισμολογικούς όρους. Ωστόσο, αγνοεί άλλες πιθανές αιτίες που ενδέχεται να προκαλέσουν τσουνάμι.

Παράλληλα, υπάρχει και ο όρος «Μετεο-τσουνάμι», για μεγάλα κύματα, που προκαλούνται από μετεωρολογικά φαινόμενα, που όμως δεν έχουν σχέση με τα πραγματικά τσουνάμι. Επίσης, συχνά χρησιμοποιείται και ο άτυπος όρος «μεγα-τσουνάμι», που περιγράφει τα εξαιρετικά μεγάλα τσουνάμι.

1.3 Χαρακτηριστικά

Όταν τα τσουνάμι φτάνουν στα ρηχά, λόγω της μείωσης του βάθους αναδιπλώνονται και ενώ χάνουν ταχύτητα, κερδίζουν σε ύψος.

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.



Εικόνα 2- Όταν τελικώς σκάσουν στην ακτή, έχουν φτάσει στο μέγιστο ύψος

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.



Εικόνα 3 Όταν τα τσουνάμι φτάνουν στα ρηχά, λόγω της μείωσης του βάθους αναδιπλώνονται και ενώ χάνουν ταχύτητα, κερδίζουν σε ύψος

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.

1.4 Πρόγνωση και μέθοδοι επιβίωσης

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.

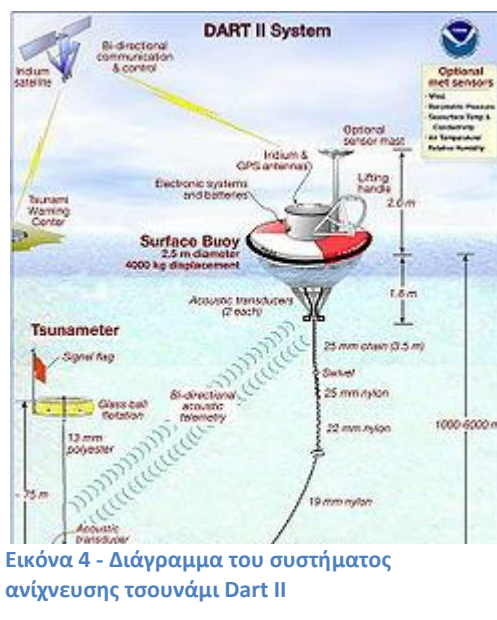
Πριν χτυπήσει ένα ισχυρό τσουνάμι, η στάθμη της θάλασσας χαμηλώνει και το νερό αποτραβιέται από την ακτή, δίνοντας την εντύπωση ότι «όλη η θάλασσα έφυγε προς τα πίσω». Αυτό είναι ένα πολύτιμο σημάδι, για όσους βρίσκονται σε περιοχή που πρόκειται να χτυπηθεί από τσουνάμι και δεν διαθέτει σύστημα πρόγνωσης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

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



Εικόνα 4 - Διάγραμμα του συστήματος ανίχνευσης τσουνάμι Dart II

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 τον 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 έρμιαια την ορμή του κύματος, ενώ τα ελλιμενισμένα κινδυνεύουν να καταστραφούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΤΡΟΠΙΚΟΣ ΚΥΚΛΩΝΑΣ - ΤΥΦΩΝΑΣ

2.1 Γενικά

Τροπικός κυκλώνας ή τυφώνας και στον Βόρειο Ατλαντικό hurricane, ονομάζεται στη Μετεωρολογία ένα σύστημα θύελλας με κλειστή περιστροφική (κυκλωνική) κυκλοφορία γύρω από ένα ήρεμο κέντρο χαμηλής βαρομετρικής πίεσης, γνωστό ως μάτι του κυκλώνα. Το όνομα υπογραμμίζει την προέλευσή τους στην τροπική ζώνη και την κυκλωνική φύση τους.

Τα συστήματα αυτά δημιουργούνται πάνω από θερμούς ωκεανούς ή μεγάλες θάλασσες υπό ορισμένες προϋποθέσεις, αλλά ποτέ πάνω από στεριές, και όταν φτάνουν σε ψυχρότερα νερά ή στεριά, διαλύονται. Παράγουν βαριές καταιγίδες και εξαιρετικά σφοδρούς ανέμους και αποτελούν τους μεγαλύτερους μετεωρολογικούς κινδύνους των ναυτιλλομένων στις τροπικές θάλασσες, καθώς και των

πληθυσμών των παράκτιων περιοχών που πλήττονται από αυτά.

Στους μετεωρολογικούς χάρτες οι τροπικοί κυκλώνες παριστάνονται με κλειστές ισοβαρείς καμπύλες, όπως και οι σπανιότεροι εξωτροπικοί κυκλώνες (που δημιουργούνται εκτός τροπικής ζώνης) και που γενικότερα λέγονται υφέσεις, αλλά με εντονότερες βαροβαθμίδες. Γενικά οι τροπικοί κυκλώνες θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως τεράστιοι σίφωνες ή ανεμοστρόβιλοι, με ανοδική συνιστώσα.



Εικόνα 6 -Τυφώνας Isabel από ISS



Εικόνα 5- Τυφώνας Isabel από ISS

2.2 Ιδιότητες

Η διάμετρος των τροπικών κυκλώνων είναι συνήθως μικρότερη των 500 μιλίων (800 km) σε αντίθεση με τις υφέσεις που φθάνουν συνήθως τα 1.000 μίλια (1.800 km).

Οι άνεμοι των τροπικών κυκλώνων πνέουν από την περιφέρεια προς το κέντρο, στο βόρειο ημισφαίριο αντίθετα της φοράς των δεικτών του ωρολογίου, ενώ στο νότιο ημισφαίριο σύμφωνα με αυτή.

Το σύστημα των καταιγίδων περιστρέφεται γύρω από ένα κέντρο χαμηλής βαρομετρικής πίεσης, γνωστό ως μάτι του τυφώνα (eye of the hurricane). Η διάμετρος του ματιού συνήθως κυμαίνεται από 20 ως 40 μίλια (30 ως 64 χιλιόμετρα). Στο μάτι

επικρατεί άπνοια ή πνέουν ασθενείς άνεμοι, μαζί με ηλιοφάνεια ή αστροφεγγιά.

Οι ισχυρότεροι άνεμοι του κυκλώνα πνέουν πάντα στον δακτύλιο γύρω από

το μάτι, το λεγόμενο τοίχωμα του ματιού (eyewall).

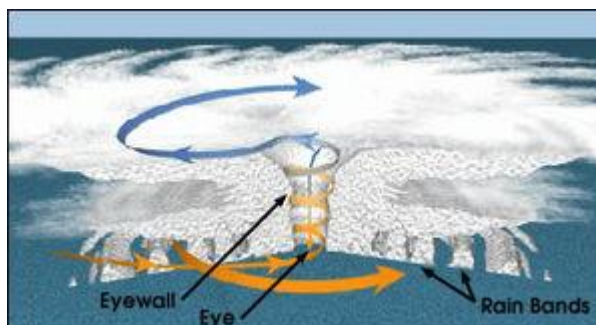
Για να καταγραφεί επισήμως

ως τυφώνας, πρέπει η σταθερή ταχύτητα των ανέμων να είναι μεγαλύτερη ή ίση με 74 mi/h (118 km/h), δηλαδή να φτάσει τα 12 Μποφόρ. Αν είναι από 8 ως 11 Μποφόρ (39 - 73 mi/h ή 63 - 117 km/h), τότε καταγράφεται ως τροπική καταιγίδα (tropical storm), ενώ αν είναι ως 38 mi/h (62 km/h), τότε καταγράφεται ως τροπική ύφεση (tropical depression) ή απλώς βαρομετρικό χαμηλό.

Η ατμοσφαιρική πίεση που παρατηρείται στο κέντρο τους (στο μάτι του τυφώνα) πέφτει κάτω από τα 980 mbar, αν και στους πιο ακραίους της Κατηγορίας 5, το ανώτατο επίπεδο στην κλίμακα Σαφίρ-Σίμπσον, πέφτει κάτω από τα 920 mbar.

Συνοδεύονται με πυκνή νέφωση, καταρρακτώδεις βροχές και καταιγίδες.

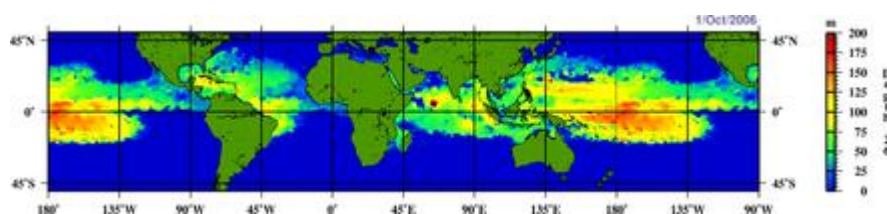
Οι κακοκαιρίες αυτές μπορεί να είναι μεν μεγάλης έντασης, αλλά όμως μικρότερης σχετικά έκτασης των υφέσεων (των εξωτροπικών).



Εικόνα 7- Τριδιάστατη απεικόνιση της δομής των τροπικών κυκλώνων, στην οποία το ύψος έχει αυξηθεί κατά πολύ, ώστε να είναι πιο εμφανής η ροή των ανέμων (τα βέλη) γύρω από το «μάτι». Διακρίνονται και οι ζώνες βροχής.

2.3 Δημιουργία

Το πώς ακριβώς δημιουργούνται οι τροπικοί κυκλώνες δεν είναι ακόμα πλήρως γνωστό και εξακολουθεί να αποτελεί θέμα τρέχουσας επιστημονικής έρευνας. Θεωρείται πάντως βέβαιο ότι απαιτείται μεγάλη αστάθεια της ατμόσφαιρας και η ύπαρξη πολύ θερμού αλλά και υγρού αέρα. Ενώ 6 παράγοντες φαίνεται να είναι γενικά αναγκαίοι, τροπικοί κυκλώνες μπορεί περιστασιακά να αναπτυχθούν χωρίς να πληρούν όλες τις ακόλουθες προϋποθέσεις.



Εικόνα 8 - Τα ισοθερμικά βάθη με θερμοκρασία νερού 26 °C στις 1 Οκτωβρίου 2006.

Θερμοκρασίες νερού τουλάχιστον 26,5 °C (79,7 °F) που φτάνουν σε βάθος τουλάχιστον 50 μέτρων (160 ποδών). Όταν τα νερά του ωκεανού φτάνουν τέτοιες θερμοκρασίες, προκαλούν επαρκή αστάθεια στην υπερκείμενη ατμόσφαιρα ώστε να τροφοδοτήσει μεταφορά θερμότητας και συστήματα καταιγίδων.

Ταχεία ψύξη με το ύψος, η οποία επιτρέπει την απελευθέρωση της θερμότητας από συμπύκνωση, η οποία ενισχύει τον τροπικό κυκλώνα.

Έντονη υγρασία, ιδιαίτερα στα χαμηλότερα προς μεσαία στρώματα της τροπόσφαιρας. Όταν υπάρχουν μεγάλες ποσότητες υγρασίας στην ατμόσφαιρα, οι συνθήκες είναι οι πλέον ευνοϊκές για την ανάπτυξη τέτοιων διαταραχών.

Σχετική ήρεμη ατμόσφαιρα, χωρίς έντονες αλλαγές της διεύθυνσης και ταχύτητας των ανέμων που θα «έσπαζαν» τον τυφώνα, καθώς θα παρεμπόδιζαν την κυκλική (κυκλωνική) κυκλοφορία της θύελλας.

Οι τροπικοί κυκλώνες γενικά σχηματίζονται πάνω από 555 χιλιόμετρα (345 μίλια) ή 5 βαθμούς γεωγραφικού πλάτους μακριά από τον ισημερινό, καθώς η απόσταση αυτή επιτρέπει στη δύναμη Coriolis να κατευθύνει τους ανέμους προς το κέντρο χαμηλής πίεσης και να δημιουργήσει την κυκλική κυκλοφορία.

Επίσης, ένας τροπικός κυκλώνας υπό διαμόρφωση, χρειάζεται και ένα προϋπάρχον σύστημα διαταραγμένων καιρικών συνθηκών, κοινώς σύστημα θύελλας, αν και όπως προαναφέρθηκε χωρίς έντονες αλλαγές της διεύθυνσης και ταχύτητας των ανέμων, ώστε να μην παρεμποδιστεί η περιστροφική κίνηση. Πρακτικώς, αν δεν υπάρχει περιστροφή, δεν πρόκειται να αναπτυχθεί κυκλώνας.

2.4 Περιοχές ανάπτυξης

Γενικότερα οι τροπικοί κυκλώνες αρχίζουν να εκδηλώνονται, κατά κανόνα, εκατέρωθεν της ζώνης των τροπικών νημεμιών, αποκαλούμενη διεθνώς «ντόλντραμς» (doldrums). Πρόκειται για τη ζώνη μεταξύ των γεωγραφικών παραλλήλων 7° και 15° τόσο σε βόρειο γεωγραφικό πλάτος όσο και σε νότιο.

Κυρίως δημιουργούνται στα μέσα πλάτη από 20° και 35° , ενώ αντιθέτως στη ζώνη του Ισημερινού ($\pm 5^{\circ}$ γύρω από τον Ισημερινό) δεν δημιουργούνται, επειδή η δύναμη Coriolis που δημιουργεί την κυκλική κυκλοφορία και κατευθύνει τους ανέμους προς το κέντρο χαμηλής πίεσης, τείνει προς το μηδέν.

Οι κυκλώνες που επηρεάζουν τις περιοχές του Ειρηνικού, Βορείου Ατλαντικού και Νοτίου Ινδικού εντοπίζονται στην αρχή στο δυτικό τμήμα τους. Πάντως έχουν σημειωθεί και εξαιρέσεις, όπως στον Βόρειο Ατλαντικό κατά τη διάρκεια Αυγούστου και Σεπτεμβρίου να συμβαίνει εκδήλωση τροπικού κυκλώνα κοντά στο Πράσινο Ακρωτήριο.

2.5 Μήνες ανάπτυξης

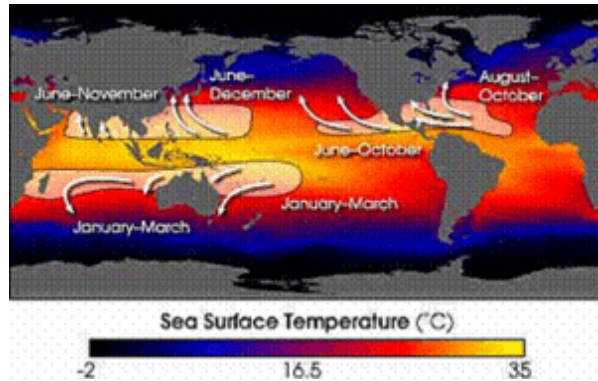
Οι τροπικοί κυκλώνες, κατά βάση, είναι φαινόμενα των θερινών και φθινοπωρινών μηνών για κάθε ημισφαίριο. Στον ΒόρειοΑτλαντικό Ωκεανό, ως εποχή των τυφώνων (hurricane season) θεωρείται επισήμως η περίοδος από την 1 Ιουνίου έως τις 30 Νοεμβρίου, με την πλέον επικίνδυνη περίοδο έξαρσης από τα τέλη Αυγούστου μέχρι τον Σεπτέμβριο. Στατιστικώς η χρονική στιγμή αιχμής / κορύφωσης της περιόδου των τυφώνων του Ατλαντικού είναι στις 10 Σεπτεμβρίου.

Στον βορειοανατολικό Ειρηνικό Ωκεανό, έχουν μεγαλύτερη περίοδο έξαρσης, αλλά παρόμοια εποχική βάση με τον Ατλαντικό. Στον βορειοδυτικό Ειρηνικό Ωκεανό μάλιστα,

διαρκούν σχεδόν όλο το έτος, με την πλέον επικίνδυνη περίοδο έξαρσης στις αρχές Σεπτεμβρίου και το ελάχιστο της δραστηριότητάς τους μήνες Φεβρουάριο και Μάρτιο.

Στον βόρειο Ινδικό Ωκεανό, συμβαίνουν από τον Απρίλιο μέχρι τον Δεκέμβριο, με δύο επικίνδυνες περιόδους έξαρσης κατά την εναλλαγή των Μουσώνων, δηλαδή τους μήνες Μάιο και Νοέμβριο.

Στο νότιο ημισφαίριο, το λεγόμενο έτος των τροπικών κυκλώνων αρχίζει να μετράει στις 1 Ιουλίου και η λεγόμενη εποχή των τυφώνων ξεκινάει στις 1 Νοεμβρίου και φτάνει έως τα τέλη Απριλίου, με την πλέον επικίνδυνη περίοδο έξαρσης από τα μέσα Φεβρουαρίου έως τις αρχές Μαρτίου.

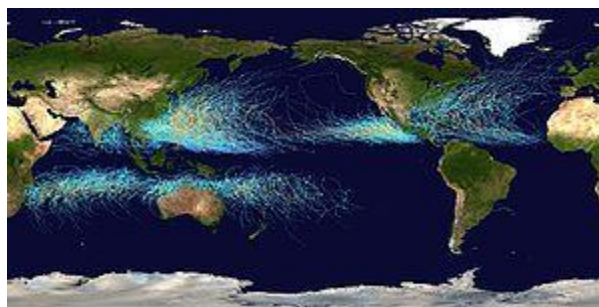


Εικόνα 8- Χάρτης των μηνών κορύφωσης της περιόδου των τροπικών κυκλώνων, ανά περιοχή. Επίσης, δίνονται και οι συνήθεις τροχιές τους, καθώς και οι επιφανειακές θερμοκρασίες των ωκεανών, κατά τις επικίνδυνες περιόδους

Γενικώς είναι πολύ σπάνιο να εμφανιστούν στο βόρειο ημισφαίριο από Νοέμβριο μέχρι Ιούνιο και στο νότιο ημισφαίριο από μέσα Μαΐου μέχρι τον Νοέμβριο, επειδή οι θάλασσες έχουν χαμηλές θερμοκρασίες.

2.6 Τροχιά

Οι τροπικοί κυκλώνες στο μεν βόρειο ημισφαίριο κινούνται κατ' αρχήν Δ. - ΒΔ. και στη συνέχεια στρέφουν κατά την ανάδρομο φορά (δηλαδή από Δ, ΒΔ, Β, ΒΑ) ενώ στο νότιο αρχικά κινούνται Δ.ΝΔ. και στη συνέχεια στρέφουν κατά την ορθή φορά (δηλαδή Δ, ΝΔ, Ν, ΝΑ) ακολουθώντας τροχιές μάλλον παραβολικές.



Εικόνα 9 - Χάρτης του συνόλου των τροχιών όλων των τροπικών κυκλώνων την περίοδο 1985 - 2006.

Σε ορισμένους πάλι συμβαίνει «διπλή ανακαμπύλωση» της τροχιάς, δηλαδή ένας κυκλώνας του νοτίου ημισφαιρίου ενώ κινείται προς Δ.ΝΔ. και στρέφεται φυσιολογικά

προς N και NA. αυτός συνεχίζει να στρέφεται Α. ΒΑ. Β. με τελική κατεύθυνση Δ. ΒΔ. Αυτή η τροχιά λέγεται «τροχιά μετά κόμβου». Κάποιες φορές όμως, οι τροπικοί κυκλώνες κινούνται εντελώς ακανόνιστα, δημιουργώντας περίεργες ανακαμπυλώσεις.

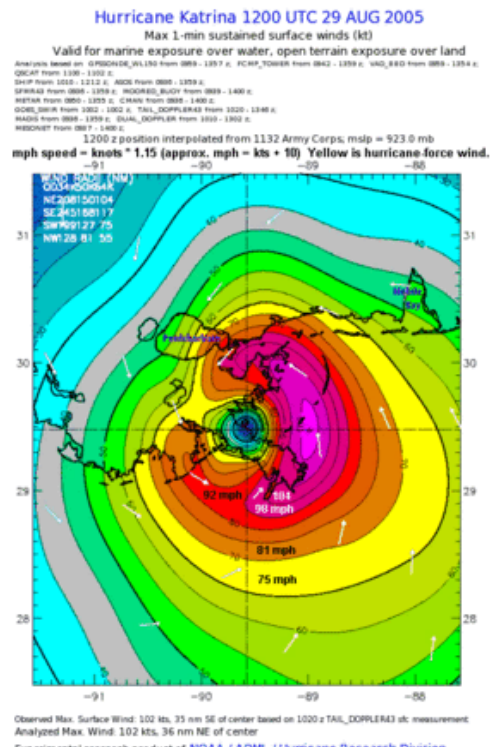
2.7 Ταχύτητα μετατόπισης

Η μέση ταχύτητα μετατόπισης των κυκλώνων είναι συνήθως 10 κόμβοι και σπάνια 15. Ειδικότερα μετά την καμπή τους η ταχύτητά τους αυξάνεται στους 20 με 25 κόμβους. Πολύ σπάνια είναι η ταχύτητα των 40 κόμβων, που έχει όμως παρατηρηθεί ως μέγιστη. Μερικές φορές, τα ΜΜΕ αναφέρουν για ταχύτητα μετατόπισης την ταχύτητα περιστροφής, με συνέπεια τη δημιουργία σύγχυσης στην κοινή γνώμη.

2.8 Έκταση

Η έκταση της περιοχής ενός τροπικού κυκλώνα διαφέρει από κυκλώνα σε κυκλώνα. Γενικά άνεμοι έντασης 7 μποφόρ ή λίγο ισχυρότεροι είναι αδύνατον να συναντηθούν σε ακτίνα 200 μιλίων (320 χιλιομέτρων) από το κέντρο του κυκλώνα. Παρομοίως, άνεμοι έντασης 8 μποφόρ είναι επίσης αδύνατον να σημειωθούν σε απόσταση μεγαλύτερη των 100 μιλίων (160 χιλιομέτρων) από το κέντρο του κυκλώνα και ειδικά σε πλάτη μικρότερα των 20° Β. ή Ν.

Αντίθετα άνεμοι έντασης 12 μποφόρ (τυφώνας) είναι πολύ πιθανοί σε απόσταση 75 μιλίων (120 χιλιομέτρων) από το κέντρο του κυκλώνα. Πάντως έχουν σημειωθεί και ριπαίοι άνεμοι με ταχύτητα 250 χιλιομέτρων / ώρα σε ακτίνα 50 μιλίων (80 χιλιομέτρων) από το κέντρο κυκλώνα. Γενικότερα η ακτίνα εξάπλωσης του κυκλώνα μεγαλώνει όσο μεγαλύτερο είναι το γεωγραφικό πλάτος στο οποίο και κινείται. Έτσι οι παραπάνω



Εικόνα 10- Οι ζώνες της ταχύτητας των ανέμων του Τυφώνα Κατρίνα, όταν είχε μόλις φτάσει στην ξηρά και έπληττε την Νέα Ορλεάνη. Με κίτρινο απεικονίζεται η ζώνη με ανέμους 75 μιλίων / 120 χιλιομέτρων την ώρα, άρα σε όλη την περιοχή από το κίτρινο και προς τα μέσα

αποστάσεις διπλασιάζονται στα πλάτη των 35° πλην όμως η ταχύτητα των ανέμων τους αρχίζει σταδιακά να μειώνεται.

2.9 Τελική διάλυση

Όταν ο τροπικός κυκλώνας ξεπεράσει πλάτη των 40° Β. ή Ν. χάνει γρήγορα ισχύ, υποβαθμίζεται σε τροπική καταιγίδα, αμέσως μετά σε βαρομετρικό χαμηλό και τελικώς διαλύεται. Αυτό συμβαίνει διότι οι θάλασσες είναι πολύ ψυχρότερες, άρα η εξάτμιση νερού μειώνεται ραγδαία, με αποτέλεσμα να μην τροφοδοτείται πια με αρκετούς υδρατμούς.

Παρομοίως, αν φτάσει στην ξηρά, αρχίζει να χάνει ισχύ σε μόλις λίγες ώρες και διαλύεται πολύ σύντομα, για δύο λόγους:

Επειδή η εξάτμιση νερού είναι πολύ μικρότερη (κύρια αιτία) και επειδή χάνει ενέργεια λόγω τριβών με την ξηρά (δευτερεύουσα αιτία - χωρίς την πρώτη, θα χρειαζόταν πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για να διαλυθεί.)

2.10 Ορολογία μερών τροπικού κυκλώνα

Ιδιαίτερης σημασίας όροι αναφορικά με τους κυκλώνες, που ενδιαφέρουν κυρίως ναυτιλλομένους και αεροναυτιλλομένους, είναι οι ακόλουθοι:

Επικίνδυνο ημικόκλιο (dangerous semi-circle): Ονομάζεται στο μεν Β. ημισφαίριο το δεξιό ημικόκλιο του κυκλώνα (σε σχέση με την τροχιά του), στο δε Ν. ημισφαίριο το αριστερό. Είναι πάντα το αντίθετο προς τον Ισημερινό. Συνεπώς αυτό βρίσκεται πάντα κατά τη διάβαση του σημείου καμπής στο εσωτερικό της τροχιάς. Η πλευρά αυτή είναι και η περισσότερο επικίνδυνη.

Επικίνδυνο τεταρτοκύκλιο (dangerous quadrant): Ονομάζεται το προπορευόμενο τμήμα του επικίνδυνου ημικυκλίου στο οποίο οι άνεμοι πνέουν προς την πλευρά της τροχιάς. Αποτελεί το πλέον επικίνδυνο τμήμα του κυκλώνα.



Εικόνα 11- Το «μάτι» του Τυφώνα Κατρίνα, όπως φωτογραφήθηκε από ένα WP-3D Orion της Εθνικής

Χειριστό ημικύκλιο (navigable semi-circle): Ονομάζεται το έτερο και αντίθετο ημικύκλιο του επικίνδυνου ημικυκλίου.

Εκτός των παραπάνω όρων, στην περιγραφή ενός τροπικού κυκλώνα χρησιμοποιούνται και οι ακόλουθοι όροι:

Τροχιά (του κυκλώνα) (path): Ονομάζεται η κατεύθυνση επί της οποίας μετατοπίζεται το κέντρο του κυκλώνα.

Ίχνος (του κυκλώνα) (track): Ονομάζεται η ακολουθία των θέσεων της μετατόπισης του κυκλώνα.

Σημείο καμπής ή ανακαμπύλωσης (vertex ή cod): Ονομάζεται το δυτικότερο σημείο τροχιάς που μετατοπίζεται ο κυκλώνας, πριν αλλάξει κατεύθυνση.

Πεδίον διαταραχής ή πεδίο διατάραξης (storm field): Ονομάζεται η οριζόντια περιοχή (έκταση) όπου λαμβάνουν μέρος τα συνοδεύοντα φαινόμενα της διαταραχής.

Πηγή διαταραχής (source region): Ονομάζεται η περιοχή στην οποία πρωτοεμφανίσθηκε η ατμοσφαιρική διαταραχή (ο κυκλώνας).

Οφθαλμός διαταραχής / κοινώς μάτι του κυκλώνα (eye of the cyclone): Ονομάζεται το κέντρο του κυκλώνα, η δε ονομασία του οφείλεται στο ότι δεν είναι ποτέ νεφοσκεπές. Ο κοινός αυτός όρος έχει περάσει και στις δημόσιες εκφράσεις.

Χείλος διαταραχής (bar of the storm): Ονομάζεται το προπορευόμενο κράσπεδο του πεδίου διαταραχής.

Γωνία σύγκλισης (angle of indraught): Ονομάζεται η γωνία η οποία σχηματίζεται από τη διεύθυνση του ανέμου που τέμνει τις ισοβαρείς.

Στρόβιλος (vortex): Ονομάζεται η κεντρική περιοχή του κυκλώνα όπου παρατηρείται άπνοια. Σε αυτήν παρατηρείται και η μικρότερη ατμοσφαιρική πίεση, με συνέπεια να υφίσταται θαλασσοταραχή χωρίς άνεμο.

Γραμμή αυλώνας (trough line): Ονομάζεται η γραμμή που είναι κάθετη στην τροχιά στο μάτι του κυκλώνα. Η γραμμή αυτή διαχωρίζει την περιοχή πτώσης και ανόδου της βαρομετρικής πίεσης στον κυκλώνα.

2.11 Διακρίσεις τροπικών κυκλώνων

Ανάλογα του σταδίου εξέλιξής τους, οι τροπικοί κυκλώνες διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

1) Τροπικές διαταραχές

2) Τροπικές υφέσεις

3) Τροπικές θύελλες

4) Τροπικοί κυκλώνες ή κυκλώνες ή τυφώνες ή Hurricane ή Γουίλι - Γουίλυ.

Οι ονομασίες αυτές δίνονται ανάλογα από τους κατοίκους των περιοχών που παρατηρούνται. Οι Αμερικανοί από την σεζόν του 1953, προκειμένου να καταγράψουν και να μελετούν στη συνέχεια τους διάφορους τροπικούς κυκλώνες, αλλά και προς διευκόλυνση της αναφοράς των και συνεννόησης επ' αυτών, άρχισαν να ονοματίζουν αυτούς. Αρχικά τους έδιναν μόνο θηλυκά ονόματα, αλλά από την σεζόν του 1979 και μετά, δίνουν και αρσενικά ονόματα.

Συγκεκριμένα, ανάλογα με την περιοχή, ονομάζονται:

Κυκλώνας (cyclone), στις περιοχές του Ινδικού ωκεανού, στον Κόλπο της Βεγγάλης και στην Αραβική θάλασσα.

Τυφώνας (typhoon), σε όλο τον Ειρηνικό ωκεανό. Οι Έλληνες ναυτικοί με αυτό το όνομα χαρακτηρίζουν όλους τους κυκλώνες.

Hurricane, σε όλο τον Βόρειο Ατλαντικό, αν και αρχικά αφορούσαν μόνο τον Κόλπο του Μεξικού και την Καραϊβική Θάλασσα.

Γουίλυ-Γουίλυ, στη βορειοδυτική Αυστραλία.

Καθίσταται φανερό πως στο νότιο Ατλαντικό δεν παρατηρούνται τροπικοί κυκλώνες. Ωστόσο για πρώτη φορά στα χρονικά, στις 26 Μαρτίου 2004 σημειώθηκε τυφώνας στον νότιο Ατλαντικό και έπληξε την νότια Βραζιλία. Ο τυφώνας αυτός έφτασε ως το επίπεδο 2 της κλίμακας Saffir-Simpson και πήρε το όνομα Καταρίνα (Catarina). Το πρωτοφανές αυτό φαινόμενο αποδόθηκε από πολλούς στην παγκόσμια θέρμανση (global warming), λόγω



Εικόνα 12- Ο κυκλώνας Catarina από δορυφόρο, στις 26 Μαρτίου 2004.

του φαινομένου του θερμοκηπίου και δημιούργησε ανησυχία ότι πιθανόν στο μέλλον να εκδηλώνονται τροπικοί κυκλώνες σε περιοχές που δεν συνέβαιναν παλαιότερα, λόγω των κλιματικών μεταβολών από την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της γης και των ωκεανών.

2.12 Κλίμακες

Στο Δυτικό Ημισφαίριο, όπου οι τροπικοί κυκλώνες είναι γνωστοί ως hurricanes (τυφώνες), χρησιμοποιείται η Κλίμακα Σαφίρ-Σίμπσον ή Κλίμακα Τυφώνων Σαφίρ-Σίμπσον (Saffir-Simpson Hurricane Scale) για την ταξινόμησή τους.

Η κλίμακα κατατάσσει τους τυφώνες σε 5 κατηγορίες με βάση την ένταση των ανέμων και για την ακρίβεια την σταθερή ταχύτητα ανέμου και ειδικότερα στην μέγιστη ταχύτητα, η οποία παρατηρείται πάντα στον δακτύλιο γύρω από το ήρεμο κέντρο (μάτι) του κυκλώνα, όπου πνέουν οι ισχυρότεροι άνεμοι, γνωστός ως το τοίχωμα του ματιού (eyewall). Αντιθέτως, οι ριπαίοι άνεμοι, δηλαδή οι στιγμιαίες ισχυρότερες ριπές ανέμου, αν και πάντα αναφέρονται στα μέσα ενημέρωσης, δεν υπολογίζονται στην κατάταξη.

Η κλίμακα ξεκινάει από την Κατηγορία 1 που αντιστοιχεί σε «ασθενείς» τυφώνες και φτάνει στην μέγιστη δυνατή Κατηγορία 5 με ανέμους άνω των 155 μιλίων/ώρα ή 250 χλμ/ώρα (69 μέτρα/δευτερόλεπτο ή 136 κόμβους). Σύμφωνα πάντως με τα πρωτότυπα έγγραφα της κλίμακας και πολλές άλλες πηγές, η κλίμακα αρχίζει πραγματικά στα 39 μίλια/ώρα, δηλαδή με τις τροπικές καταιγίδες, που χωρίζονται σε κατηγορίες Α και Β (39-50 μίλια/ώρα και 51-73 μίλια/ώρα αντίστοιχα).

Οι ταξινομήσεις της κλίμακας αυτής προορίζονται κυρίως για την μέτρηση του επιπέδου των ζημιών και πλημμυρών που αναμένεται να προκαλέσει ο τυφώνας κατά την προσέγγισή του στην ξηρά, αν και έχουν επικριθεί ως πολύ απλές.

Κλίμακα Τυφώνων Σαφίρ-Σίμπσον

Κατηγορία	Μέγιστη Σταθερή Ταχύτητα Ανέμου			Κύμα θύελλας (storm surge) που πλημμυρίζει την ακτή (ύψος σε μέτρα)	Ατμοσφαιρική πίεση σε hPa
	Κόμβοι	Μίλια/ώρα (mph)	Χλμ./ώρα (km/h)		
Τροπική ύφεση	< 34	< 39	< 63	≈ 0	
Τροπική καταιγίδα	34 - 64	39 - 73	63 - 118	0,1 - 1,1	
Τυφώνας Κατηγορίας 1	64 - 83	74 - 95	119 - 153	1,2 - 1,6	≥ 980
Τυφώνας Κατηγορίας 2	83 - 96	96 - 110	154 - 177	1,7 - 2,5	965 - 979
Τυφώνας Κατηγορίας 3	96 - 113	111 - 130	178 - 209	2,6 - 3,8	945 - 964
Τυφώνας Κατηγορίας 4	113 - 135	131 - 155	210 - 249	3,9 - 5,5	920 - 944
Τυφώνας Κατηγορίας 5	≥ 135	≥ 155	≥ 250	≥ 5,5	≥ 920

Η κλίμακα αυτή χρησιμοποιείται μόνο για τους τυφώνες που σχηματίζονται στον Ατλαντικό Ωκεανό και τον Βόρειο Ειρηνικό Ωκεανό, ανατολικά του Διεθνούς Ορίου Αλλαγής Ημερομηνίας. Στις άλλες περιοχές του κόσμου, χρησιμοποιούνται διαφορετικές κλίμακες κατάταξης στην ταξινόμηση αυτών των καταιγίδων, οι οποίες ονομάζονται «cyclones» (κυκλώνες) ή «typhoons» (τυφώνες), ανάλογα με την περιοχή. 2.13 Επιπτώσεις

Οι τροπικοί κυκλώνες προκαλούν συνήθως μεγάλες καταστροφές, καθώς παράγουν:

Εξαιρετικά σφοδρούς ανέμους, με ταχύτητες που μπορεί να κυμαίνονται από 75 μίλια/120 χιλιόμετρα την ώρα, έως και άνω των 155 μιλίων/250 χιλιομέτρων την ώρα, Καταρρακτώδεις βροχές, προκαλώντας κατολισθήσεις (landslides), λασπολισθήσεις (mudslides) και ξαφνικές πλημμύρες - αστραπές (flash floods),

Ένα τεράστιο κύμα θύελλας (storm surge), με σημαντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας, που πλημμυρίζει τις παράκτιες περιοχές. Στους πληθυσμούς των παράκτιων περιοχών που πλήττονται, το 90% των θανάτων προκαλούνται από αυτήν την αιτία,

Μερικές φορές μπορεί να προκαλέσουν και σίφωνες, με άκρως καταστρεπτικά αποτελέσματα.



Εικόνα 13 - Βαριά καταιγίδα στο Χονγκ Κονγκ, που προκλήθηκε από τον τυφώνα (typhoon) Sanvu το 2005. Ο Sanvu ήταν ο πρώτος τυφώνας μέσα στο 2005 που έπληξε την πόλη.

Αν και τα αποτελέσματα στους πληθυσμούς και τα σκάφη μπορεί να είναι ολέθρια, έχουν και θετικές επιπτώσεις, καθώς ανακουφίζουν τεράστιες περιοχές από ξηρασία.

Απομακρύνοντας τεράστιες ποσότητες θερμότητας μακριά από την τροπική ζώνη, οι τροπικοί κυκλώνες αποτελούν ένα σημαντικό μηχανισμό της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας που διατηρεί τη θερμική ισορροπία στο παγκόσμιο περιβάλλον.

2.13 Διεθνείς υποχρεώσεις πλοίων σε τροπικές ζώνες

Σύμφωνα με το Άρθρο 32 της διεθνούς σύμβασης περί Ασφάλειας Ζωής στη Θάλασσα (SOLAS), οι Πλοίαρχοι παντός τύπου πλοίων που κινούνται σε τροπικές ζώνες οφείλουν μόλις αντιληφθούν εμφάνιση τροπικού κυκλώνα ή ανησυχήσουν κατόπιν ενδείξεων περί δημιουργίας τούτου, να ενημερώσουν τάχιστα και με κάθε πρόσφορο μέσον με γενική κλήση τυχόν παραπλέοντα πλοία, καθώς και τους παράκτιους σταθμούς επικοινωνιών. Οι αναφορές (παρατηρήσεις) τους περί των υφισταμένων καιρικών φαινομένων στην περιοχή τους, θα πρέπει να είναι όσο γίνεται λεπτομερείς, ιδιαίτερα των ενδείξεων της βαρομετρικής πίεσης σε πολύ τακτά χρονικά διαστήματα.

Υπόψη ότι στις αναφορές των ενδείξεων του βαρομέτρου των πλοίων τους θα πρέπει προηγουμένως να έχουν γίνει οι καθιερωμένες διορθώσεις ή αναγωγές, έτσι ώστε αυτές να καθίστανται αληθείς (πραγματικές), ως προς την επιφάνεια της θάλασσας. Οι ημερήσιες μεταβολές της βαρομετρικής πίεσης δεν απαιτούν διορθώσεις, αφού μόνο το μέγεθος της μεταβολής εξετάζεται και παρακολουθείται.

2.14 Πρακτικοί κανόνες αποφυγής τροπικού κυκλώνα

Προκειμένου να επιλεγεί ο ενδεδειγμένος τρόπος σε τυχόν υποψία ότι στην περιοχή του πλοίου ενός πλοίου υπάρχει τροπικός κυκλώνας θα πρέπει απαραίτητα να προσδιοριστούν η διεύθυνση ή κατεύθυνση που βρίσκεται το «κέντρο» του, επίσης το «ίχνος» του, καθώς η θέση του πλοίου σε σχέση με το «επικίνδυνο» ή «χειριστό ημικύκλιο» του κυκλώνα, (για τους όρους, δείτε στην ενότητα: Ορολογία μερών τροπικού κυκλώνα).

Όσον αφορά για τη διεύθυνση της θέσης του κέντρου του κυκλώνα αυτή είναι δυνατή να προσδιοριστεί έχοντας υπόψη το φυσικό νόμο του Μπουί-Μπαλό που τροποποιείται ελαφρά στην πράξη ως ακολούθως: Στεκόμενος ο παρατηρητής (αξιωματικός) προς τον πνέοντα άνεμο, αναγόμενο σε αληθή, αν υφίσταται τροπικός κυκλώνας, τότε θα πρέπει να προσδιορίζεται κατά διεύθυνση 10 ανεμορρόμβους προς τα δεξιά του, αν η θέση του πλοίου είναι βόρεια του Ισημερινού, και αντίθετα 10 ανεμορρόμβους αριστερά του, αν το πλοίο πλέει νότια του Ισημερινού.

Ο κανόνας αυτός είναι απόλυτα ακριβής αν τελικά υφίσταται κυκλώνας σε απόσταση 200 μίλια από το πλοίο, οπότε το βαρόμετρο θα δείχνει τιμή γύρω στα 5 mb χαμηλότερη της μέσης τιμής της περιοχής, ενώ ο υφιστάμενος άνεμος θα έχει αυξηθεί στα 6 μποφόρ. Θα πρέπει να θεωρείται ότι όσο πλησιέστερα βρίσκεται ένα πλοίο προς το κέντρο του κυκλώνα τόσο η γωνιακή μετατόπιση θα πλησιάζει τους 8 ανεμορόμβους.

Συνεπώς για να προσδιοριστεί το ίχνος του (τυχόν) προσεγγίζοντος κυκλώνα, λαμβάνονται δύο διοπτρεύσεις του προσδιοριζόμενου κατά διεύθυνση κέντρου του κυκλώνα σε διαφορετικούς χρόνους (2-3 ώρες). Δηλαδή επί της ακολουθούμενης πορείας του πλοίου προστίθενται σε μοίρες 10 ανεμορόρρομβοι (για βόρειο ημισφαίριο) ή αφαιρούνται σε μοίρες 10 ανεμορόρρομβοι (για νότιο ημισφαίριο).

Στη συνέχεια επιφέρονται στον ναυτικό χάρτη διορθώσεις σχετικά με την μετακίνηση του πλοίου κατά το ανωτέρω διάστημα. Σημειώνοντας με τον ναυτικό διαβήτη (κοινώς «κουμπάσο») απόσταση από το πλοίο 200 μιλίων επί των παραπάνω διοπτρεύσεων τα σημεία τομών θεωρούνται ως σχετικά σημεία του ίχνους του κυκλώνα.

Υπόψιν στοιχεία που δεν θα πρέπει να λησμονούνται είναι ότι:

Οι κυκλώνες δεν προχωρούν προς τον Ισημερινό, αλλά ακολουθούν πορείες συνεχώς απομακρυνόμενοι απ' αυτόν.

Χαμηλότερα των 20° γεωγραφικού πλάτους, τα ίχνη των τροπικών κυκλώνων σπάνια λαμβάνουν ανατολική κατεύθυνση, εάν όμως κάτι τέτοιο συμβεί η ταχύτητά τους είναι πάρα πολύ βραδεία.

Αν ένα πλοίο έχει ταχύτητα 20 κόμβων και ακολουθήσει πορεία απομακρυνόμενη από το προσδιοριζόμενο ίχνος, τότε αποκλείεται να εμπλακεί σε επικίνδυνη περιοχή του κυκλώνα. Τις περισσότερες φορές τα πλοία προπορεύονται των τροπικών κυκλώνων, οι οποίοι λόγω της βραδύτητάς τους ουδέποτε τα προφταίνουν. Συμβαίνει επίσης ένα πλοίο να έπεται ενός κυκλώνα και μάλιστα να τον προσπεράσει (πλάγια βεβαίως).

Είναι προτιμότερο, ακόμα και σε υποψία ύπαρξης τροπικού κυκλώνα, με κατάλληλη πορεία να διατηρηθεί η απόσταση των 200 μιλίων από το κέντρο του, και τούτο διότι σε τέτοια απόσταση ο άνεμος δεν θα υπερβεί ποτέ τα 7 μποφόρ, (συνηθέστερα ούτε και τα 6) και η ελευθερία χειρισμών του πλοίου συνεχίζει να διατηρείται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΙΦΩΝΑΣ- ΑΝΕΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ

3.1 Γενικά

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 καταιγιδοφόρων 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



Εικόνα 14 - Σίφωνας με ταχύτητα ανέμων 200 μίλια / ώρα(322 χλμ / ώρα), στο Στάουτον του Ουισκόνσιν, ΗΠΑ, στις 18 Αυγούστου 2005.

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, ποικίλλουν 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.



Εικόνα 16 - Σίφωνας έντασης F4 κοντά στο Ροανόκε του Ιλινόις, στις 13 Ιουλίου 2004.



Εικόνα 15 - Σύννεφο-χοάνη (funnel cloud) ή νέφος σίφωνα, καθώς χαμηλώνει και πλησιάζει στο έδαφος. Οι περισσότεροι σίφωνες περνούν από το στάδιο αυτό κατά τη δημιουργία τους και κατά την τελική φάση εξάντλησης, ενώ μερικά χοανοειδή νέφη δεν γίνονται ποτέ σίφωνες.

3.2 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.



Εικόνα 17 - Εξαιρετικά σπάνιος σίφωνας που αποφύεται από τη βάση ενός σωρείτη, στο βόρειο Τέξας, στις 29 Μαΐου 1994.

Από μερικούς, ιδίως στις σχετικές ανταποκρίσεις των Μέσων Ενημέρωσης στην Ελλάδα, αντί του όρου σίφωνας, 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.



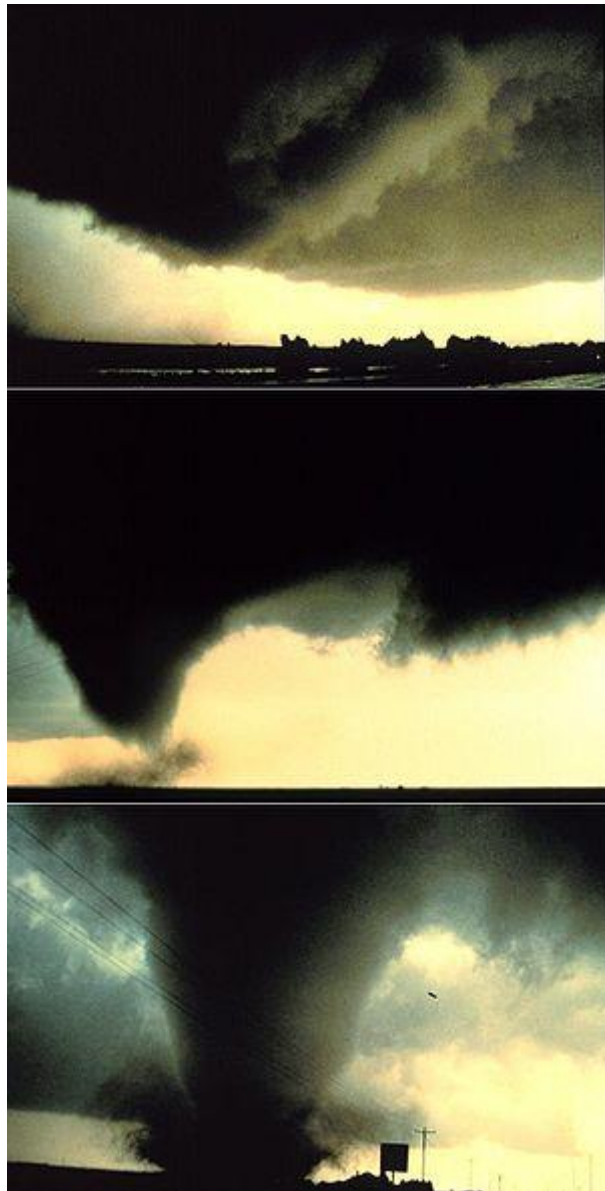
Εικόνα 18 - Τρεις σίφωνες θαλάσσης, έξω από τις ακτές της Χάγης, Ολλανδία, στις 27 Αυγούστου 2006.

3.3 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 σίφωνα σε οποιοδήποτε μέρος, ώρα και εποχή κατά τη διάρκεια του έτους.



Εικόνα 19- Ακολουθία εικόνων που δείχνει τη γέννηση ενός σίφωνα. Πρώτα η περιστρεφόμενη βάση νεφών χαμηλώνει, δημιουργώντας μία στήλη (σύννεφο-χοάνη / funnel cloud) η οποία συνεχίζει να χαμηλώνει καθώς αυξάνει η ένταση του ανέμου κοντά στο έδαφος.

3.4 Ευνοϊκοί παράγοντες

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

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.

Άλλη προϋπόθεση δημιουργίας σιφώνων, είναι η ύπαρξη αέρα μεγάλης αστάθειας και υγρασίας.

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.

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 πλήρους 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.

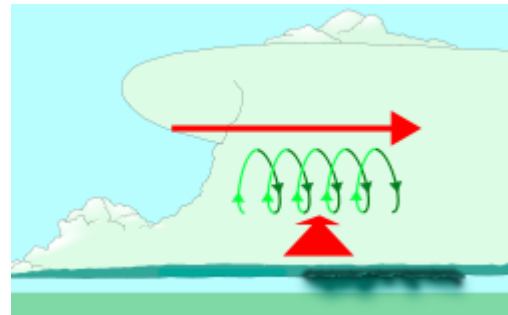
Παράλληλα με την πτώση της πίεσης λόγω της ανοδικής διαφυγής του θερμού αέρα, η

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.

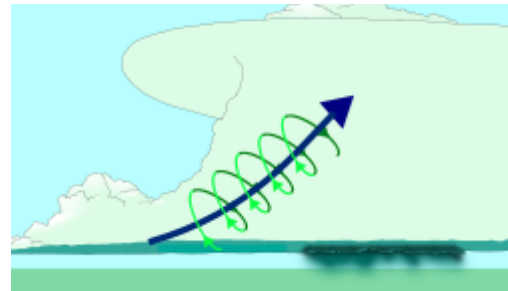
Να σημειωθεί ότι οι σίφωνες εκδηλώνονται κυρίως στο ψυχρό μέτωπο που σχηματίζεται στην λεγόμενη σφήνα ύφεσης, καθώς και σε άλλα (ψυχρά κυρίως) μέτωπα όταν αυτά παρουσιάζουν μεγάλη δραστηριότητα.

3.5 Μεσοκυκλώνας

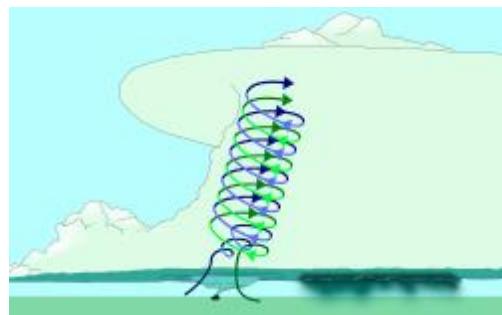
Οι πιο καταστροφικοί και θανατηφόροι σίφωνες πάντως, προκαλούνται από ένα είδος σοβαρών καταιγίδων που ονομάζονται υπερκύτταρα (supercells). Μάλιστα, ενώ μόνο 1 στις 100 κοινές καταιγίδες παράγει σίφωνα, αντιθέτως, υπολογίζεται ότι το 1 στα 5 έως 6 υπερκύτταρα γεννά σίφωνες. Ευτυχώς όμως συμβαίνουν σπάνια, καθώς έχει βρεθεί στατιστικά ότι μόνο 1 στις 1.000 καταιγίδες γίνεται υπερκύτταρο. Πρόκειται για βαριές



Εικόνα 21 - Ισχυρά ανοδικά ρεύματα (μπλε) «αρπάζουν» τον στροβιλισμό προς τα πάνω.



Εικόνα 20- Καθώς ο στροβιλισμός δημιουργεί μια σταθερή στήλη, αρχίζει να κερδίζει δύναμη και να απορροφά το ανοδικό ρεύμα (μπλε) μέσα σε αυτόν, αναγκάζοντάς το να στροβιλίζεται επίσης. Η δίνη έτσι ενισχύεται και δημιουργεί έναν μεσοκυκλώνα.



Εικόνα 22 - Οι διατμητικοί άνεμοι (κόκκινα βέλη) προκαλούν στροβιλισμό του αέρα (πράσινο).

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.

3.6 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.



Εικόνα 23- Ο σίφωνας αυτός, έντασης F0, κοντά στο Λούισβιλτου Κεντάκι, στις 22 Απριλίου 2005, δεν έχει την κλασική εμφάνιση της προβοσκίδας ελέφαντα που εκτείνεται από τη βάση καταιγιδοφόρων νεφών ως το έδαφος.

3.7 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 σίφωνας (tornado).



Εικόνα 24 - Σίφωνας στο Αναντάρκο της Οκλαχόμα, στις 3 Μαΐου 1999, με την κλασική εμφάνιση της «προβοσκίδας ελέφαντα» από τη βάση καταιγιδοφόρων νεφών ως το έδαφος. Το κάτω μέρος του περιβάλλεται από ένα στροβιλιζόμενο σύννεφο σκόνης.

Πάντως με τον όρο «σίφωνας» 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 «σίφωνας πολλαπλών στροβιλισμών» (multiple vortex tornado) ή πρακτικώς «σίφωνας 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



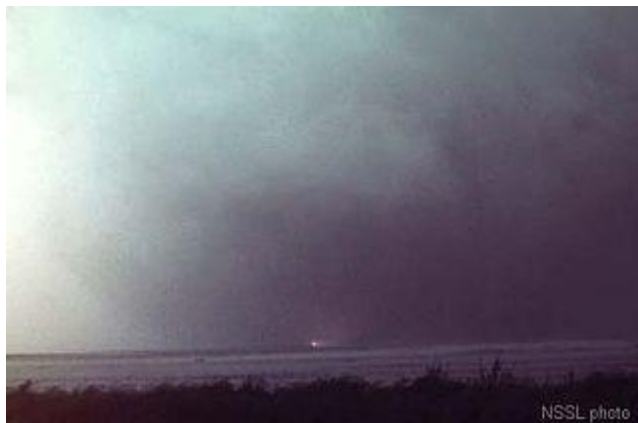
Εικόνα 25- Σφηνοειδής σίφωνας F4 με πλάτος 1,5 χλμ. (σχεδόν 1 μίλι) στο Μπίνγκερ της Οκλαχόμα, στις 22 Μαΐου 1981.

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. Όταν η διάμετρός τους ξεπερνάει το ορατό ύψος τους ως την βάση των νεφών, τότε οι σίφωνες αυτοί 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 στον σίφωνα της διπλανής φωτογραφίας, 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 αποκορύφωμά της διαδρομής του. Στην άλλη άκρη του φάσματος, κάποιοι ασθενείς σίφωνες ή μερικές



Εικόνα 26- Το πιο τρομακτικό ενδεχόμενο - σίφωνα που δεν φαίνεται. Ο συγκεκριμένος, έντασης F3, κρυβόταν από καταρρακτώδη βροχή και έγινε αντιληπτός μόνο από ηλεκτρικές βραχυκυκλώσεις ηλεκτροφόρων καλωδίων. Συνέβη κοντά στο Τίπτον, Οκλαχόμα, στις 20 Μαΐου 1977.

φορές και ισχυροί σίφωνες, μπορεί να είναι εξαιρετικά στενοί και τότε αναφέρονται ως σίφωνες-σκοινιά (gorge 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.

Σταδιακά συγκεντρώνονται ολοένα και 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.

3.8 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.



Εικόνα 27- Επίπεδο καταστροφών EF0

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



Εικόνα 28- Επίπεδο καταστροφών EF1

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 σίφωνας 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 F

0 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.



Εικόνα 29- Επίπεδο καταστροφών EF3

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 και επιτυγχάνουν ταχύτητες ανέμων ≥ 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.

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



Εικόνα 30 - Επίπεδο καταστροφών EF2

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 1950 και του 2014 στις ΗΠΑ καταγράφηκαν 222 θάνατοι από σίφωνες έντασης F1 και EF1, και 21 θάνατοι από σίφωνες έντασης F0 και EF0, 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 ή και μεγαλύτερη, 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



Εικόνα 31- Στενός σίφωνας με εμφάνιση «σαν προβοσκίδα ελέφαντα», έντασης F5, κοντά στο Elie της επαρχίαςΜανιτόμπα, Καναδάς, στις 22 Ιουνίου 2007.

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 σίφωνας 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.

3.9 Κλιματολογία

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

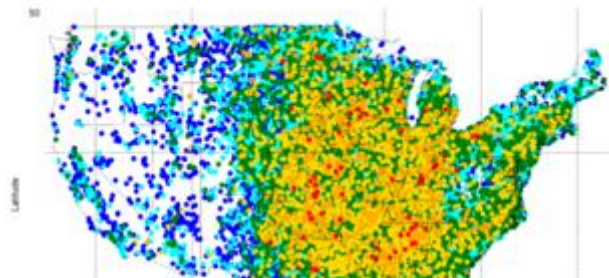
ολόκληρης της Ευρώπης, με εξαίρεση τους θαλάσσιους σίφωνες. Αυτό οφείλεται κυρίως στη μοναδική γεωγραφία της ηπείρου. Η Βόρεια Αμερική είναι μία μεγάλη ήπειρος που εκτείνεται από τις τροπικές περιοχές μέχρι τις αρκτικές περιοχές, και δεν έχει σημαντικές οροσειρές που να



Εικόνα 32 - Χάρτης της περιοχής των κεντρικών ΗΠΑ που είναι γνωστή ως Μονοπάτι των Σιφώνων (Tornado Alley) και των μετεωρολογικών συστημάτων που προκαλούν τις ευνοϊκές συνθήκες για τον σχηματισμό ισχυρών καταιγίδων και προκαλούμενων σιφώνων.

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. Ένα 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



Εικόνα 33 - Χάρτης όλων των σιφώνων που καταγράφηκαν στις ΗΠΑ μεταξύ του 1950 και του 2013, με διαφορετικούς χρωματισμούς για κάθε επίπεδο έντασης. Τα πιο έντονα χρώματα αντιστοιχούν στους σίφωνες F3, F4 και F5.

F-scale 0 1 2 3 4 5

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.



Εικόνα 34 - Παγκόσμιος χάρτης με τις περιοχές υψηλού κινδύνου εμφάνισης σιφώνων, με πορτοκαλί χρώμα.

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.

Τό Μπανγκλαντές 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.

3.10 Οι υδροσίφωνες

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



Εικόνα 35 - Σπάνια από αέρος φωτογραφία ενός σίφωνα θάλασσης, κοντά στις ακτές της Φλόριντα, στις 10 Σεπτεμβρίου 1969.

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 σίφωνας φαίνεται άλλοτε ως ένας έντονος στόχος και άλλοτε ως ένας εκ παρεμβολής, μετακινούμενος στόχος.

3.10.1 Περιοχές με συχνούς σίφωνες θαλάσσης

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

Ισημερινός και γενικά όλες οι τροπικές θάλασσες,

Ανατολικές ακτές των ΗΠΑ (κάτω του βορείου πλάτους των 35°) και ιδιαίτερα στις ακτές της Φλόριντα,

Κόλπος του Μεξικού,

Ολλανδία (60 σίφωνες / έτος)

Ισπανία (25 - 30 σίφωνες / έτος)

Ιταλία (25 σίφωνες / έτος) και ιδιαίτερα στην Αδριατική θάλασσα,

Ελλάδα (15 - 30 σίφωνες / έτος) και ιδιαίτερα στο Ιόνιο πέλαγος,

Ηνωμένο Βασίλειο (15 σίφωνες / έτος),

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

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΤΑΙΓΙΔΑ

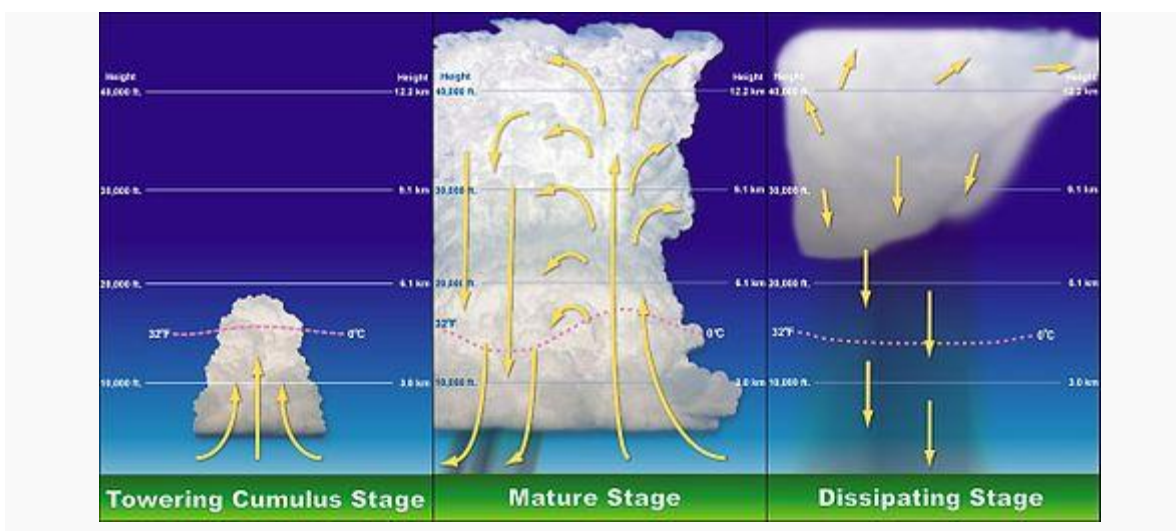
Για να δημιουργηθεί μια καταιγίδα πρέπει να εκπληρωθούν 3 προϋποθέσεις:

1. Υγρασία
2. Ασταθής μάζα αέρα
3. Ανυψωτική δύναμη (θερμότητα)

Η πιο σημαντική από αυτές είναι να συμβεί μια μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο έδαφος και στην ανώτερη ατμόσφαιρα, δηλαδή η καθ' ύψος θερμοκρασία πρέπει να μειώνεται έντονα σταδιακά με ρυθμό τουλάχιστον 0,6 βαθμούς Κέλβιν ανά 100 μέτρα. Έτσι η αέρια μάζα που θερμαίνεται έχει ως συνέπεια να ανυψώνεται αφού είναι πιο ζεστή και επομένως πιο ελαφριά από ότι ο περιβάλλον αέρας της. Έτσι συνεχίζει να ανεβαίνει στην ατμόσφαιρα.

Ένας άλλος εξίσου σημαντικός παράγοντας για την δημιουργία μιας καταιγίδας, είναι η ύπαρξη αυξημένης υγρασίας στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, κοντά στο έδαφος. Και για να αρχίσει να ανεβαίνει η υγρή και θερμή αέρια μάζα χρειάζεται ένα «σπρώξιμο» προς τα πάνω. Αυτό το σπρώξιμο συνήθως είναι η ηλιακή ενέργεια ή ενδέχεται, συμπληρωματικά, και ένα βουνό.

4.1 Κύκλος ζωής



Εικόνα 36 - Ο κύκλος ζωής όλων των καταιγίδων: φάση ανάπτυξης, φάση ωριμότητας και φάση διάλυσης.

Όλες οι καταιγίδες, ανεξάρτητα από το είδος όπου ανήκουν, περνούν έναν κύκλο ζωής αποτελούμενο από 3 στάδια: **φάση ανάπτυξης, φάση ωριμότητας και φάση διάλυσης.**

Μία μέση καταιγίδα έχει διάμετρο της τάξης των 40 χιλιομέτρων (25 μιλίων).

Φάση ανάπτυξης

Αφού όλες οι απαιτούμενες προϋποθέσεις έχουν εκπληρωθεί, η αέρια μάζα με τους υφιστάμενους σε αυτήν υδρατμούς αρχίζει να ανυψώνεται. Όταν φτάσει σε ένα ορισμένο ύψος, στο σημείο δρόσου, τότε ψύχεται. Το υψόμετρο στο οποίο θα φτάσει στο σημείο δρόσου και επομένως να συμπυκνώνεται, εξαρτάται από την σχετική υγρασία. Έτσι δημιουργούνται τα σύννεφα κατακόρυφης ανάπτυξης που λέγονται σωρείτες (Cumulus) και για τον λόγο αυτό, η φάση ανάπτυξης ονομάζεται και **φάση**



Εικόνα 37 - Σωρειτομελανίας στο στάδιο της ωριμότητας, πάνω από την Μύκονο, με το σχήμα - αμόνι στην κορυφή (Ιούνιος 2009).

σωρείτη. Αν το ανοδικό ρεύμα συνεχίσει να υφίσταται, τα σύννεφα μεγαλώνουν περαιτέρω και

διογκώνονται κατακόρυφα και όταν το ανώτερο μέρος του νέφους έχει φτάσει σε τέτοιο υψόμετρο ώστε αρχίζει να παγώνει, τότε μιλάμε για νέφησωρειτομελανίες (Cumulonimbus). Συνήθως το επίπεδο παγοποίησης αυτών των συννέφων είναι γύρω στα 10 χιλιόμετρα από την επιφάνεια του εδάφους, ενίοτε και 12 χιλιόμετρα. Στις τροπικές περιοχές φτάνουν σε ύψος ακόμα και τα 18 - 20 χιλιόμετρα.

Φάση ωριμότητας

Κατά κανόνα, η ανύψωση σταματάει στην τροπόπαυση, καθώς στο ύψος αυτό η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αρχίζει πάλι να ανεβαίνει, με αποτέλεσμα η αέρια μάζα να συναντάει θερμότερα στρώματα και να μην μπορεί να ανυψωθεί άλλο. Οι σφοδροί άνεμοι που επικρατούν στα μεγάλα υψόμετρα, δίνουν στην κορυφή του σωρειτομελανία ένα ιδιαίτερα αναγνωρίσιμο σχήμα σαν αμόνι.

Οι υδροσταγόνες στο εσωτερικό των νεφών κυριολεκτικά αναρπάζονται στροβιλιζόμενες προς τα πάνω από πολύ ισχυρά ανοδικά ρεύματα που επικρατούν σε

αυτά τα νέφη. Οι σταγόνες αυξάνουν μεν κατά μέγεθος, πλην όμως δεν μπορούν απεριόριστα. Όταν αυτές αποκτήσουν ένα ορισμένο μέγεθος (διάμετρο 5-6 χιλιοστά) λόγω της αντίστασης του αέρα διασπώνται σε μικρότερες. Κατά την διάσπασή τους, απελευθερώνονται ηλεκτρικά φορτία θετικά και αρνητικά, που όμως κατανέμονται χωριστά στα διάφορα μέρη του νέφους μεταξύ της βάσης του και της κορυφής του. Όταν το δυναμικό μεταξύ των θετικών και αρνητικών φορτίων αυξηθεί αρκετά, επέρχεται εκκένωση υπό μορφή ηλεκτρικού σπινθήρα. Η εκκένωση αυτή μπορεί να γίνει μεταξύ του νέφους και της Γης ή μεταξύ δύο νεφών ή ακόμα και μεταξύ επιμέρους τμημάτων του ίδιου του νέφους.



Εικόνα 38 - Σωρειτομελανίας πάνω από το White Canyon της Γιούτα.

- Αστραπή ονομάζεται η λάμψη της ηλεκτρικής αυτής εκκένωσης.
- Βροντή ονομάζεται ο κρότος που συνοδεύει αυτή την εκκένωση.
- Κεραυνός ή αστροπελέκι (κατά δημώδη έκφραση) ονομάζεται η εκκένωση που συμβαίνει μεταξύ νέφους και επιφάνειας της Γης (ξηρά ή θάλασσα). Αν το καταιγιδοφόρο νέφος βρίσκεται πολύ μακριά, πιθανώς η βροντή να μην ακούγεται.

Γενικότερα, κατά το στάδιο της ωριμότητας παρατηρούνται όλα αυτά τα έντονα ηλεκτρικά φαινόμενα (που αναλύονται παρακάτω), καθώς και η συνύπαρξη των ισχυρών ανοδικών και καθοδικών ρευμάτων. Λόγω της ταυτόχρονης ύπαρξης των οριζόντιων ρευμάτων, κοινώς ανέμων, με τα ισχυρά ανοδικά και καθοδικά ρεύματα, μπορεί να προκληθούν μεγάλες αναταράξεις του αέρα μέσα στο σύστημα της καταιγίδας, ικανές να προκαλέσουν σφοδρούς ανέμους, χαλαζόπτωση και ενίοτε ακόμα και σίφωνες.

Φάση διάλυσης

Κατά την τελική φάση, τα ανοδικά ρεύματα έχουν πια σταματήσει και ολόκληρη η καταιγίδα κυριαρχείται από τα καθοδικά ρεύματα. Ως αποτέλεσμα, η συνολική μάζα της καταιγίδας κυριολεκτικά «ξεσπάει» προς τα κάτω, συνήθως με έντονη βροχόπτωση. Αν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες δεν ευνοήσουν τη δημιουργία ενός είδους σοβαρών καταιγίδων που ονομάζονται **υπερκύτταρα**, τότε το στάδιο αυτό έρχεται σε

30 λεπτά και τελειώνει γρήγορα, συνήθως σε 20 - 30 λεπτά, οπότε τελικώς ο σωρειτομελανίας διασπάται σε μικρότερα νέφη.

4.2 Ναυτιλία

Ειδικά οι ναυτιλλόμενοι θα πρέπει να έχουν ιδιαίτερα υπ' όψη τους πως όταν παρουσιασθεί καταιγίδα κοντά στο πλοίο τους, και μάλιστα κατά τον απόπλου ή κατάπλου ή διέλευση στενών κ.λπ. είναι δυνατόν ο άνεμος να αυξηθεί απότομα για μερικά λεπτά και να αλλάξει στη συνέχεια διεύθυνση επίσης απότομα, όπως ακριβώς συμβαίνει στο μπουρίνι. Για το λόγο αυτό και για πληρέστερη ασφάλεια, συνιστάται σε διελεύσεις πλοίων εντός στενών, πορθμών, διωρύγων κ.λπ. εφόσον δεν συνοδεύονται από ρυμουλκά, να έχουν κρεμασμένα και σε ετοιμότητα πόντισης την μία τουλάχιστον άγκυρα. Σε περίπτωση απόπλου ή κατάπλου ή εργασιών μεθόρμισης ή φορτοεκφόρτωσης, συνιστάται η αναβολή τους για μικρό σχετικά διάστημα ή ακόμα και η προσωρινή διακοπή τους, κάλυψη των κυτών (αμπαριών), ειδικότερα σε περιπτώσεις «χύδην φορτίου», μέχρι την παρέλευση της καταιγίδας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ – ΡΕΥΜΑ - ΚΥΜΑ

Παλίρροια (αγγλ. tide), και στην κοινή (φραγκολεβαντίνικη) ναυτική γλώσσα μαρέα, ονομάζεται το φυσικό φαινόμενο της περιοδικής ανόδου και καθόδου της στάθμης του νερού μίας μεγάλης λίμνης και κυρίως των θαλασσών. Η άνοδος της στάθμης ονομάζεται πλημμυρίδα (flood tide), ενώ η κάθοδος ονομάζεται άμπωτη (ebb ή low tide). Από κοινού, πλημμυρίδα και άμπωτη αποτελούν το φαινόμενο της παλίρροιας. Το φαινόμενο αυτό που επαναλαμβάνεται δύο φορές το 24ώρο (ακριβέστερα 24 ώρες 50' και 30") οφείλεται στη βαρυτική έλξη της Σελήνης αλλά και του Ήλιου πάνω στη Γη, καθώς και στην περιστροφή των ουρανίων σωμάτων αυτών.

24 ώρες και 50,5 λεπτά μεσολαβούν και μεταξύ δύο "διαβάσεων" της Σελήνης πάνω από ένα τόπο, δηλαδή δύο "άνω μεσουρανήσεων" όπως λέγονται. Έτσι η μία πλημμυρίδα συμβαίνει στην



Εικόνα 39 - Το φαινόμενο της παλίρροιας (πλημμυρίδα-άμπωτη)

άνω μεσουράνηση της Σελήνης σ' ένα τόπο και η άλλη στην κάτω μεσουράνηση κάτω από τον ίδιο τόπο συμπληρώνοντας 12 ώρες και 25 λεπτά από την πρώτη. Εξ άλλου και οι δύο άμπωτες συμβαίνουν όταν η Σελήνη βρίσκεται στην ανατολή και έπειτα (μετά από 12ώρες και 25λεπτά) στη δύση. Εξ αυτού προκύπτει και η σχέση της Σελήνης και του φαινομένου.

Επειδή επιπλέον το ύψος της στάθμης εξαρτάται όχι μόνο από την απόσταση Γης - Σελήνης αλλά και Γης - Ήλιου προκύπτει ότι και ο Ήλιος έχει σχέση με την παλίρροια. Επίσης διαπιστώνεται ότι το ύψος των υδάτων εξαρτάται από τις φάσεις της Σελήνης, δηλαδή από τη θέση της ως προς τον Ήλιο. Και αυτό διότι κατά τις συζυγίες, δηλαδή κατά τη σύνοδο (νέα σελήνη) και κατά την αντίθεση (πανσέληνος) παρατηρείται η υψηλότερη στάθμη, ενώ κατά τους τετραγωνισμούς (Π.Τ. και Τ.Τ.) σημειώνεται η χαμηλότερη. Στην Ελλάδα έντονο φαινόμενο παλίρροιας είναι αυτό στον πορθμό του Ευρίπου στην Χαλκίδα, καλούμενο και Παλίρροια του Ευρίπου. Οι μετρήσεις του εύρους και

χρόνου των φαινομένων της παλίρροιας γίνονται με ειδικά όργανα τα παλιρροιόμετρα και παλιρροιογράφους.

Η φάση της παλίρροιας όπου τα νερά παρουσιάζουν το μεγαλύτερο "ημερήσιο" ύψος λέγεται πλήμμη (high water) (h/w). Το αντίθετο, η φάση όπου τα νερά παρουσιάζουν το μικρότερο "ημερήσιο" ύψος λέγεται ρηχία (low water) (l/w). Η υψομετρική διαφορά μεταξύ πλήμμης και ρηχίας ονομάζεται εύρος παλίρροιας (range of tide). Αυτό μπορεί να μεταβάλλεται κατά τόπους μέχρι και 10 μ.

5.1 Χαρακτηριστικά

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη, (μετρούμενα και στη συνέχεια αναφερόμενα), για κάθε παλίρροια είναι πέντε:

Ο χρόνος παρατήρησης (σε ώρα και πρώτα λεπτά της ώρας)

Το ύψος πλήμμης και διάρκεια από μέσο ύψος (ύψος σε μέτρα ή πόδια, χρόνος)

Το ύψος ρηχίας και διάρκεια από μέσο ύψος (ύψος σε μέτρα ή πόδια, χρόνος)

Το ύψος της μέσης στάθμης, (σε μέτρα ή πόδια) και

Το εύρος της παλίρροιας.

5.2 Ιστορία

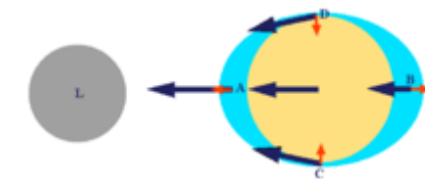
Αν και οι αρχαίοι Έλληνες, τόσο ο Πυθέας ο Μασσαλιώτης, όσο και ο Σέλευκος αλλά και ο Ποσειδώνιος ήταν οι πρώτοι που διαπίστωσαν τη σχέση της παλίρροιας με τη Σελήνη, τελικά στον Νεύτωνα οφείλεται η ερμηνεία του φαινομένου.

5.3 Ερμηνεία φαινομένου

Όπως έχει αποδειχθεί η έλξη της Σελήνης επί του υγρού στοιχείου της Γης είναι κατά 2,2 φορές μεγαλύτερη της έλξης που ασκεί σ' αυτό ο Ήλιος. Βάσει λοιπόν αυτού του δεδομένου ως υποθεθεί ότι όλη η επιφάνεια της Γης καλύπτεται από ύδατα. Τότε υπό την επίδραση της έλξης της Σελήνης τα ύδατα των θαλασσών θα συσσωρευούνται περισσότερο προς το μέρος που θα είναι η Σελήνη, αλλά και επιπλέον όπως διδάσκει η Μηχανική των ρευστών και στο εκ διαμέτρου αντίθετο σημείο της Γης ίδια

συσσώρευση θα παρατηρείται. Έτσι η συσσώρευση αυτή θα έδινε στη Γη μια μορφή ελλειψοειδούς. Αν ακόμα υποθεθεί πως προς το μέρος της Σελήνης βρίσκεται και ο Ήλιος, τότε η συνδυασμένη έλξη Σελήνης + Ηλίου θα καταστήσει το ελλειψοειδές περισσότερο πεπλατυσμένο όπως αυτό ακριβώς συμβαίνει στις συζυγίες. Ενώ αντίθετα στους τετραγωνισμούς, όπου Σελήνη, Γη και Ήλιος σχηματίζουν ορθή γωνία, η έλξη του Ηλίου θα εξουδετερώσει μέρος της έλξης της Σελήνης με συνέπεια το ελλειψοειδές σχήμα της Γης να τονίζεται λιγότερο, στραμμένο πάντα προς τη Σελήνη. Αυτό αποτελεί και την λεγόμενη "στατική θεωρία της παλίρροιας" όπου στις παλίρροιες συζυγιών οι έλξεις Σελήνης και Ηλίου προστίθενται, ενώ στις παλίρροιες τετραγωνισμών οι έλξεις αυτές αναιρούνται. Λόγω όμως και της περιστροφής της Γης στον άξονά της, αυτή στρέφει προς τη Σελήνη διαφορετικά κάθε φορά μέρη της επιφάνειάς της. Συνεπώς και το ελλειψοειδές σχήμα της θ' αλλάζει συνεχώς τη θέση των δύο υδάτινων εξογκωμάτων, δηλαδή των πλημμυρίδων όπως και των μεταξύ αυτών αμπώτων.

Επειδή όμως η περιστροφή της Γης γίνεται από Δύση προς Ανατολή σε 24 ώρες, η μετατόπιση των υδάτινων εξογκωμάτων θα γίνεται να μεν στον ίδιο χρόνο αλλά από Ανατολή προς Δύση. Και αυτό διότι τα ύδατα κινούνται προς τα πίσω, δηλαδή τα μέρη που άφησε μεσουρανώντας η Σελήνη, καθώς η Γη περιστρέφεται. Έτσι πολύ απλά



Εικόνα 40 - Η έλξη της Σελήνης

στην πραγματικότητα ένα πελώριο κύμα κινείται συνεχώς στη στάθμη των ωκεανών σε αντίθετη διεύθυνση της περιστροφής της Γης, και πάντα προς το μέρος που βρίσκεται η Σελήνη. Φυσικά οι ήπειροι εμποδίζουν το κύμα αυτό αλλάζοντάς του συνεχώς την κανονική του πορεία, καθώς επίσης και την ώρα της πλημμυρίδας και της αμπώτωσης, κατά τόπους ανάλογα και με την μορφολογία και διάταξη των ακτών στις οποίες και παρατηρείται έντονα το φαινόμενο.

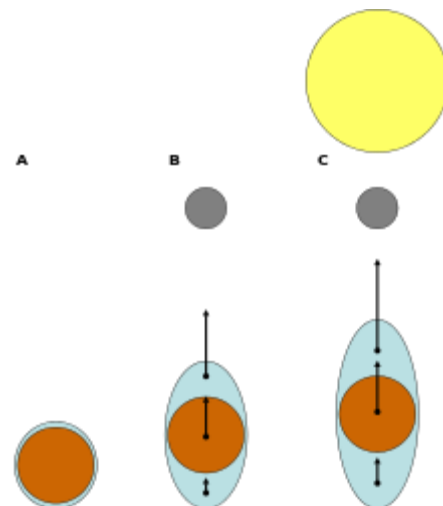
Έχει υπολογισθεί πως η συνεχής κίνηση των υδάτων στην επιφάνεια της Γης, που συμβαίνει αντίθετα της περιφοράς της ελαττώνει πολύ – πολύ αργά και σταθερά την ταχύτητα περιστροφής της. Έτσι υπολογίζεται πως ο χρόνος περιστροφής της Γης λόγω του συνεχούς αυτού φαινομένου, μειώνεται περίπου κατά δύο δευτερόλεπτα ανά 100.000 έτη.

5.4 Συνιστώσες παλίρροιας

Η γενεσιουργός δύναμη των παλιρροιών είναι η βαρυτική δύναμη που προκαλεί Ήλιος και η Σελήνη. Η δύναμεις αυτές λέγονται παλιρροϊκές δυνάμεις. Ο μεν Ήλιος λόγω της μεγάλης του μάζας η δε Σελήνη λόγω της μικρής σχετικά απόστασης από τη Γη, έστω κι αν συγκρινόμενη η διάμετρος της Γης με την απόσταση αυτή κρίνεται πολύ μικρή. Η έλξη που ασκείται απ' αυτά τα σώματα στη Γη (στο κέντρο της) και σε κάποιο σημείο της επιφάνειάς της είναι διαφορετική, έτσι η γενεσιουργός αυτή δύναμη είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον κύβο της απόστασης από τον Ήλιο και τη Σελήνη. Ωστόσο η επίδραση της απόστασης είναι σημαντική, αν ληφθεί υπόψη ότι η δράση του Ηλίου φθάνει στο ήμισυ εκείνης της Σελήνης.

Συνδυαζόμενες οι δράσεις των δύο αυτών ουρανίων σωμάτων συγκροτούν μια "ηλιοσεληνιακή δύναμη" μεγέθους του δεκάκις εκατομμυριοστού της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Η κατακόρυφη συνιστώσα της δύναμης αυτής αλλάζει ελάχιστα την ένταση της βαρύτητας, ενώ η οριζόντια συνιστώσα μεταβάλλει την διεύθυνσή της κατά μια γωνία της τάξης μεγέθους του εκατοστού του δευτερολέπτου της μοίρας (0,01").

Οι νευτώνειες αρχές της βαρύτητας επέτρεψαν τον ποσοτικό προσδιορισμό της γενεσιουργού αυτής δύναμης της παλίρροιας πάνω στη μάζα των ωκεανών. Προς καλύτερη αντίληψη του μηχανισμού της δράσης αυτής θεωρείται ότι κάθε περιοδική συνιστώσα της δύναμης προκαλεί μερική παλίρροια κατά την ίδια περίοδο και γίνεται αποδεκτό ότι η συνολική παλίρροια είναι η συμβολή όλων των επιμέρους παλιρροιών που ονομάζονται συνιστώσες παλίρροιας ή κύματα παλίρροιας. Το σύνολο των ημιμερησίων αυτών κυμάτων συγκροτούν την "ημιμερήσια παλίρροια" που παρουσιάζει και τις δύο πλημμυρίδες και δύο αμπώτεις, σε κάθε περιστροφή της Σελήνης γύρω από την Γη, . Οι κύριες συνιστώσες των ημιμερησίων κυμάτων αποτελούν ένα μέσο ηλιακό και ένα μέσο σεληνιακό κύμα που προκαλούνται από την (υποθετική) κίνηση της Σελήνης και του



Εικόνα 41 - Μέγιστες τιμές παλίρροιας

Ήλιου γύρω από τη Γη, στο επίπεδο του Ισημερινού. Ένα άλλο επίσης σεληνιακό κύμα δημιουργείται λόγω της απόστασης Γης - Σελήνης.

Έτσι τα χαρακτηριστικά της ημήμερησιας παλίρροιας καθορίζονται σχεδόν σε όλα τα σημεία της υδρόσφαιρας από το μέσο σεληνιακό ημήμερησιο κύμα που είναι και η σημαντικότερη συνιστώσα. Κατά την "πανσέληνο" και την "νέα σελήνη" το μέσο ηλιακό κύμα βρίσκεται σε φάση με το μέσο σεληνιακό κύμα προκαλώντας τις μεγάλες παλίρροιας ή παλίρροιας συζυγιών. Αντίθετα στο "τέταρτο" της Σελήνης τα αποτελέσματα των κυμάτων αυτών αλληλοαναιρούνται προκαλώντας τις λεγόμενες "μικρές παλίρροιας" ή "παλίρροιας τετραγωνισμών".

5.5 Παλίρροιακό κύμα

Παλίρροιακό κύμα ονομάζεται το κύμα που δημιουργείται σε μεγάλη θαλάσσια κυρίως επιφάνεια από τις έλξεις Σελήνης και Ηλίου στην υδρόσφαιρα. Τα παλίρροιακά κύματα διαφέρουν ουσιωδώς από τα παραγόμενα από τους ανέμους κύματα.

Στα παραγόμενα από τον άνεμο θαλάσσια κύματα τα μόρια του ύδατος διαγράφουν κλειστές τροχιές μικρής σχετικά ακτίνας και η κίνησή τους ελαττώνεται γρήγορα από την επιφάνεια προς τον πυθμένα. Αντίθετα στα παλίρροιακά κύματα παρατηρείται μεγάλο μήκος και η κίνηση των μορίων είναι οριζόντια που εκτείνεται σχεδόν εφ' όλου του βάθους του υγρού. Επίσης τα παλίρροιακά χαρακτηρίζονται και από την περιοδικότητά της φοράς τους που δεν υφίσταται στα προκαλούμενα από τους ανέμους.

Συνέπεια δε της περιστροφής της Γης το παλίρροιακό κύμα μετατοπίζεται στην επιφάνεια της θάλασσας πάντα κατά διεύθυνση Ανατολής - Δύσης. Γεγονός που θα πρέπει να μη λησμονείται ειδικά από τους πλοιάρχους και αξιωματικούς των πλοίων που επιφορτίζονται την ασφαλή αγκυροβολία, ιδιαίτερα σε θαλάσσιες περιοχές με έντονα παλίρροιακά φαινόμενα, ή κατά τον παράπλου ακτών προσκείμενων σε τέτοια



Εικόνα 42 -Το Θ/Κ Τέννεσης ριγμένο σε βραχώδη ακτή από παλίρροιακό κύμα

φαινόμενα. Από τέτοιο παλιρροιακό κύμα καταστράφηκε το αμερικανικό θωρηκτό "Τέννεσσης" στις 29 Αυγούστου του 1916.

Δεν θα πρέπει να συγχέεται το παλιρροιακό κύμα με το **τσουνάμι** που αφενός δεν παρουσιάζει περιοδικότητα και αφετέρου η αιτία δημιουργίας του είναι άλλη.

5.6 Παλιρροιακό ρεύμα

Παλιρροιακό ρεύμα χαρακτηρίζεται το θαλάσσιο ρεύμα που παρατηρείται στις ακτές ως συνέπεια των παλιρροϊκών δυνάμεων που προκαλούν το φαινόμενο της παλίρροιας.

Το παλιρροιακό ρεύμα είναι ιδιαίτερα αντιληπτό σε θαλάσσια στενά και διαύλους, στην Ελλάδα μάλιστα στην Παλίρροια του Ευρίπου είναι ακόμη πιο έντονα αντιληπτό. Η δημιουργία του εν λόγω ρεύματος οφείλεται στις μορφολογικές ιδιαιτερότητες της περιοχής. Η ταχύτητά του φθάνει τους 8 κόμβους, κατά τις ισημερινές συζυγίες, και τους 4,5 κόμβους στις συζυγίες των τροπών. Τα παλιρροιακά ρεύματα μεταβάλλουν τη φορά τους ανάλογα με τα παλιρροιακά φαινόμενα από τα οποία και προέρχονται, (δηλαδή από την Πλημμυρίδα ή την Άμπωτη).



Εικόνα 43 - Παλιρροιακό ρεύμα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ ΣΤΗΝ ΝΑΥΣΙΠΛΟΪΑ

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως οι άνεμοι και τα θαλάσσια ρεύματα, επηρεάζουν σημαντικά τη ναυτιλία. Στη σημερινή εποχή έχουν επιταχυνθεί οι μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ. τήξη των πάγων, άνοδος της στάθμης της θάλασσας, μεταβολή μετεωρολογικών/κυματικών συνθηκών).

Οι μεταβολές αυτές μπορεί να ανοίγουν νέες ευκαιρίες για τη ναυτιλία (π.χ. νέες ναυτιλιακές οδοί) αλλά ταυτόχρονα να δημιουργούν και νέες απειλές, ιδίως στις παράκτιες υποδομές (π.χ. λιμάνια, παράκτιους μεταφορικούς κόμβους κ.λπ. Η κλιματική αλλαγή έχει ως αποτέλεσμα την όξυνση της εμφάνισης των ακραίων καιρικών φαινομένων τα οποία συνοδεύονται με μεγάλες καταστροφές τόσο στην ηπειρωτική χώρα όσο και στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Μεγάλα εμπορικά λιμάνια υποφέρουν από τα φαινόμενα αυτά με αποτέλεσμα να κωλυσιεργεί το εμπόριο επομένως και η ναυτιλία. Ναυτιλιακοί οδοί είναι συχνά κλειστοί και με την πάροδο του χρόνου μπορεί να μην υπάρχουν πλέον καθώς η μορφολογία της γης αλλάζει ολοένα και περισσότερο.

Από την αύξηση της θερμοκρασίας-ξηρασίας και τις αυξημένες βροχοπτώσεις ολόκληρες καλλιέργειες καταστρέφονται. Μεγάλο μέρος του εμπορίου σχετίζεται με τα τρόφιμα με αποτέλεσμα να μειώνεται το εμπόριο που απασχολεί αυτόν τον τομέα, οπότε και η ναυτιλία. Ολόκληρες πόλεις θα βυθιστούν με την πάροδο του χρόνου καθώς κάθε χρόνο και περισσότερο αυξάνεται το επίπεδο της θάλασσας κυρίως από το λιώσιμο των πάγων στους πόλους. Αυτό αντιστοιχεί σε λιγότερα λιμάνια και επομένως σε λιγότερους προορισμούς για τα πλοία.

Τα φυσικά καιρικά φαινόμενα θα γίνουν ολοένα και πιο απρόβλεπτα και ανεξέλεγκτα με αντίκτυπο να γίνεται η δουλειά των ναυτικών πιο δύσκολη αφού ο καιρός τους ενδιαφέρει άμεσα όσον αφορά την ναυσιπλοΐα και επομένως θα υπάρξουν νέα προβλήματα στον τομέα της ναυτιλίας, όπου οι απαιτήσεις σχετικά με τον χρόνο παράδοσης των εμπορευμάτων αυξάνονται συνεχώς.

ΠΗΓΕΣ

1. Διαδικτυακοί τόποι

www.wikipedia.org

2. Βιβλιογραφία

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΘΕΜΑ: Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΑΓΩΝ
ΣΤΗΝ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΤΣΑΡΤΣΑΛΗΣ-ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΣΤΕΡΓΙΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΘΕΜΑ: ΚΑΙΝΟΤΟΜΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΛΗΨΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΩΝ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΝΗΣΟ ΚΡΗΤΗ , ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΔΗΜΗΤΡΟΥΛΑΚΗ Α. Κυριακή

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1- Μηχανισμός δημιουργίας ενός τσουνάμι.....	7
Εικόνα 2- Όταν τελικώς σκάσουν στην ακτή, έχουν φτάσει στο μέγιστο ύψος.....	9
Εικόνα 3 Όταν τα τσουνάμι φτάνουν στα ρηχά, λόγω της μείωσης του βάθους αναδυσπλώνονται και ενώ χάνουν ταχύτητα, κερδίζουν σε ύψος.....	9
Εικόνα 4 - Διάγραμμα του συστήματος ανίχνευσης τσουνάμι Dart II	10
Εικόνα 5- Τυφώνας Isabel από ISS.....	12
Εικόνα 6 -Τυφώνας Isabel από ISS.....	12
Εικόνα 7- Τριδιάστατη απεικόνιση της δομής των τροπικών κυκλώνων, στην οποία το ύψος έχει αυξηθεί κατά πολύ, ώστε να είναι πιο εμφανής η ροή των ανέμων (τα βέλη) γύρω από το «μάτι». Διακρίνονται και οι ζώνες βροχής.	13
Εικόνα 8- Χάρτης των μηνών κορύφωσης της περιόδου των τροπικών κυκλώνων, ανά περιοχή. Επίσης, δίνονται και οι συνήθεις τροχιές τους, καθώς και οι επιφανειακές θερμοκρασίες των ωκεανών, κατά τις επικίνδυνες περιόδους	16
Εικόνα 9 - Χάρτης του συνόλου των τροχιών όλων των τροπικών κυκλώνων την περίοδο 1985 - 2006.	16
Εικόνα 10- Οι ζώνες της ταχύτητας των ανέμων του Τυφώνα Κατρίνα, όταν είχε μόλις φτάσει στην ξηρά και έπληττε την Νέα Ορλεάνη. Με κίτρινο απεικονίζεται η ζώνη με ανέμους 75 μιλίων / 120 χιλιομέτρων την ώρα, άρα σε όλη την περιοχή από το κίτρινο και προς τα μέσα	17
Εικόνα 11- Το «μάτι» του Τυφώνα Κατρίνα, όπως φωτογραφήθηκε από ένα WP-3D Orion της Εθνικής.....	19
Εικόνα 12- Ο κυκλώνας Catarina από δορυφόρο, στις 26 Μαρτίου 2004.	21
Εικόνα 13 - Βαριά καταιγίδα στο Χονγκ Κονγκ, που προκλήθηκε από τον τυφώνα (typhoon) Sanvu το 2005. Ο Sanvu ήταν ο πρώτος τυφώνας μέσα στο 2005 που έπληξε την πόλη.	24
Εικόνα 14 - Σίφωνα με ταχύτητα ανέμων 200 μίλια / ώρα(322 χλμ / ώρα), στο Στάουτον του Ουισκόνσιν, ΗΠΑ, στις 18 Αυγούστου 2005.	27
Εικόνα 15 - Σύννεφο-χοάνη (funnel cloud) ή νέφος σίφωνα, καθώς χαμηλώνει και πλησιάζει στο έδαφος. Οι περισσότεροι σίφωνες περνούν από το στάδιο αυτό κατά τη δημιουργία τους και κατά την τελική φάση εξάντλησης, ενώ μερικά χροανοειδή νέφη δεν γίνονται ποτέ σίφωνες.	28
Εικόνα 16 - Σίφωνα έντασης F4 κοντά στο Ροανόκε του Ιλινόις, στις 13 Ιουλίου 2004.....	28
Εικόνα 17 - Εξαιρετικά σπάνιος σίφωνα που αποφύεται από τη βάση ενός σωρείτη, στο βόρειο Τέξας, στις 29 Μαΐου 1994.	29
Εικόνα 18 - Τρεις σίφωνες θαλάσσης, έξω από τις ακτές της Χάγης, Ολλανδία, στις 27 Αυγούστου 2006.	29
Εικόνα 19- Ακολουθία εικόνων που δείχνει τη γέννηση ενός σίφωνα. Πρώτα η περιστρεφόμενη βάση νεφών χαμηλώνει, δημιουργώντας μία στήλη (σύννεφο-χοάνη / funnel cloud) η οποία συνεχίζει να χαμηλώνει καθώς αυξάνει η ένταση του ανέμου κοντά στο έδαφος.....	30
Εικόνα 20- Καθώς ο στροβιλισμός δημιουργεί μια σταθερή στήλη, αρχίζει να κερδίζει δύναμη και να απορροφά το ανοδικό ρεύμα (μπλε) μέσα σε αυτόν, αναγκάζοντάς το να στροβιλίζεται επίσης. Η δίνη έτσι ενισχύεται και δημιουργεί έναν μεσοκυκλώνα.....	32
Εικόνα 21 - Ισχυρά ανοδικά ρεύματα (μπλε) «αρπάζουν» τον στροβιλισμό προς τα πάνω.	32
Εικόνα 22 - Οι διατμητικοί άνεμοι (κόκκινα βέλη) προκαλούν στροβιλισμό του αέρα (πράσινο).	32

Εικόνα 23- Ο σίφωνας αυτός, έντασης F0, κοντά στο Λούισβιλτου Κεντάκι, στις 22 Απριλίου 2005, δεν έχει την κλασική εμφάνιση της προβοσκίδας ελέφαντα που εκτείνεται από τη βάση καταιγιδοφόρων νεφών ως το έδαφος.	34
Εικόνα 24 - Σίφωνας στο Αναντάρκο της Οκλαχόμα, στις 3 Μαΐου 1999, με την κλασική εμφάνιση της «προβοσκίδας ελέφαντα» από τη βάση καταιγιδοφόρων νεφών ως το έδαφος. Το κάτω μέρος του περιβάλλεται από ένα στροβιλιζόμενο σύννεφο σκόνης.....	34
Εικόνα 25- Σφηνοειδής σίφωνας F4 με πλάτος 1,5 χλμ. (σχεδόν 1 μίλι) στο Μπίνγκερ της Οκλαχόμα, στις 22 Μαΐου 1981.	35
Εικόνα 26- Το πιο τρομακτικό ενδεχόμενο - σίφωνας που δεν φαίνεται. Ο συγκεκριμένος, έντασης F3, κρυβόταν από καταρρακτώδη βροχή και έγινε αντιληπτός μόνο από ηλεκτρικές βραχυκυκλώσεις ηλεκτροφόρων καλωδίων. Συνέβη κοντά στο Τίπτον, Οκλαχόμα, στις 20 Μαΐου 1977.	36
Εικόνα 27- Επίπεδο καταστροφών EF0	38
Εικόνα 28- Επίπεδο καταστροφών EF1.....	38
Εικόνα 31- Στενός σίφωνας με εμφάνιση «σαν προβοσκίδα ελέφαντα», έντασης F5, κοντά στο Elie της επαρχίαςΜανιτόμπα, Καναδάς, στις 22 Ιουνίου 2007.....	41
Εικόνα 32 - Χάρτης της περιοχής των κεντρικών ΗΠΑ που είναι γνωστή ως Μονοπάτι των Σιφώνων (Tornado Alley) και των μετεωρολογικών συστημάτων που προκαλούν τις ευνοϊκές συνθήκες για τον σχηματισμό ισχυρών καταιγίδων και προκαλούμενων σιφώνων.	43
Εικόνα 33 - Χάρτης όλων των σιφώνων που καταγράφηκαν στις ΗΠΑ μεταξύ του 1950 και του 2013, με διαφορετικούς χρωματισμούς για κάθε επίπεδο έντασης. Τα πιο έντονα χρώματα αντιστοιχούν στους σίφωνες F3, F4 και F5.....	44
Εικόνα 34 - Παγκόσμιος χάρτης με τις περιοχές υψηλού κινδύνου εμφάνισης σιφώνων, με πορτοκαλί χρώμα.....	44
Εικόνα 35 - Σπάνια από αέρος φωτογραφία ενός σίφωνα θαλάσσης, κοντά στις ακτές της Φλόριντα, στις 10 Σεπτεμβρίου 1969.....	45
Εικόνα 36 - Ο κύκλος ζωής όλων των καταιγίδων: φάση ανάπτυξης, φάση ωριμότητας και φάση διάλυσης.	47
Εικόνα 37 - Σωρειτομελανίας στο στάδιο της ωριμότητας, πάνω από την Μύκονο, με το σχήμα - αμόνι στην κορυφή (Ιούνιος 2009).....	48
Εικόνα 38 - Σωρειτομελανίας πάνω από το White Canyon τηςΓιούτα.....	49
Εικόνα 39 - Το φαινόμενο της παλίρροιας (πλημμυρίδα-άμπωτη)	51
Εικόνα 40 - Η έλξη της Σελήνης	53
Εικόνα 41 - Μέγιστες τιμές παλίρροιας.....	54
Εικόνα 42 -Το Θ/Κ Τέννεσσης ριγμένο σε βραχώδη ακτή από παλιρροιακό κύμα	55
Εικόνα 43 - Παλιρροιακό ρεύμα	56