

# Παράκτιοι Κίνδυνοι - Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιας Ζώνης

**Η επίδραση των  
μετεωρολογικών συνθηκών στη  
στάθμη θάλασσας**

**Τροπικός κυκλώνας (tropical cyclone)** ή **τυφώνας (typhoon)** ή στον Βόρειο Ατλαντικό (**hurricane**), ονομάζεται ένα σύστημα θύελλας με μία κλειστή περιστροφική (κυκλωνική) κυκλοφορία γύρω από ένα ήρεμο κέντρο χαμηλής βαρομετρικής πίεσης, γνωστό ως **μάτι του τυφώνα (eye of the hurricane)**

**Κυκλώνας (cyclone)** στις περιοχές του Ινδικού ωκεανού, στο 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 το Β. Ατλαντικό, αν και αρχικά αφορούσαν τον Κόλπο του Μεξικό και την Καραϊβική Θάλασσα.

**Γουίλυ-Γουίλυ** στη βορειοδυτική Αυστραλία.



Ο κυκλώνας Isabel από δορυφόρο (2003)



**Ο Τυφώνας Κατρίνα στις 28 Αυγούστου  
2005.**

**Το «μάτι» του Τυφώνα Κατρίνα (Katrina),  
τραβηγμένο από ένα αεροσκάφος της  
Εθνικής Ωκεανογραφικής και  
Ατμοσφαιρικής Υπηρεσίας, στις 28  
Αυγούστου 2005**



## Ιδιότητες

- Η διάμετρος των τροπικών κυκλώνων είναι συνήθως μικρότερη των 500 μιλίων (800 χλμ) σε αντίθεση με τις υφέσεις που φθάνουν συνήθως τα 1.000 μίλια (1.800 χλμ).
- Οι άνεμοι των τροπικών κυκλώνων πνέουν από τη περιφέρεια προς το κέντρο, στο μεν βόρειο ημισφαίριο αντίθετα της φοράς των δεικτών του ωρολογίου, ενώ στο νότιο 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 65 χιλιόμετρα). Στο μάτι επικρατεί άπνοια ή πνέουν ασθενείς άνεμοι.
- Για να καταγραφεί επισήμως ως τυφώνας, πρέπει η σταθερή ταχύτητα των ανέμων να είναι  $\geq 74$  μίλια / ώρα ( $\geq 118$  χλμ / ώρα), δηλαδή να φτάσει τα 12 Μποφόρ. Αν είναι από 8 ως 11 Μποφόρ (39 - 73 μίλια / ώρα ή 63 - 117 χλμ / ώρα), τότε καταγράφεται ως τροπική καταιγίδα (tropical storm), ενώ αν είναι ως 38 μίλια / ώρα (62 χλμ / ώρα), τότε καταγράφεται ως τροπική ύφεση / βαρομετρικό χαμηλό (tropical depression).
- 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).

## Δημιουργία

- 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.
- 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.
- Σχετικά ήρεμη ατμόσφαιρα, χωρίς έντονες αλλαγές της διεύθυνσης και ταχύτητας των ανέμων που θα «έσπαγαν» τον τυφώνα, καθώς θα παρεμπόδιζαν την κυκλική (κυκλωνική) κυκλοφορία της θύελλας.
- Οι τροπικοί κυκλώνες γενικά σχηματίζονται πάνω από 555 χιλιόμετρα (345 μίλια) ή 5 μοίρες γεωγραφικού πλάτους μακριά από τον ισημερινό, επιτρέποντας στη δύναμη Coriolis να κατευθύνει τους ανέμους προς το κέντρο χαμηλής πίεσης και να δημιουργήσει την κυκλική κυκλοφορία.

## Μήνες ανάπτυξης

- Οι τροπικοί κυκλώνες κατά βάση είναι φαινόμενα των θερινών και φθινοπωρινών μηνών για κάθε ημισφαίριο.
- Στο Βόρειο Ατλαντικό Ωκεανό, ως εποχή των τυφώνων θεωρείται επισήμως η περίοδος από την 1 Ιουνίου ως 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.
- Αντιθέτως είναι πολύ σπάνιο να εμφανιστούν στο βόρειο ημισφαίριο από Νοέμβριο μέχρι Ιούνιο και στο νότιο από μέσα Μαΐου μέχρι Νοέμβριο, επειδή οι θάλασσες έχουν χαμηλές θερμοκρασίες.
- Στην Αραβική θάλασσα όμως συμβαίνουν πιθανότερα στην εναλλαγή των Μουσώνων δηλαδή από Οκτώβριο μέχρι Νοέμβριο και από Μάιο μέχρι Ιούνιο. Πάντως σημειώνεται ότι στη περιοχή αυτή εμφανίζονται 1 έως 2 κυκλώνες / έτος.

## Περιοχές ανάπτυξης

- Κυρίως δημιουργούνται στα μέσα πλάτη από  $20^\circ$  και  $35^\circ$ , 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 κυρίως στο δυτικό τμήμα τους.

## Μήνες ανάπτυξης και μέσοι όροι αριθμού τροπικών καταιγίδων και κυκλώνων ανά έτος

| Περιοχές ανάπτυξης               | Έναρξη σεζόν | Λήξη σεζόν | Τροπικές καταιγίδες (39–73 μίλια/63–117 χλμ. την ώρα) | Τροπικοί κυκλώνες (≥74 μίλια/118 χλμ. την ώρα) | Τροπικοί κυκλώνες κατηγοριών 3, 4 και 5 (≥111 μίλια/178 χλμ. την ώρα) |
|----------------------------------|--------------|------------|---|--|---|
| Βορειοδυτικός Ειρηνικός          | Απρίλιος     | Ιανουάριος | 26,7  | 16,9   | 8,5   |
| Νότιος Ινδικός                   | Νοέμβριος    | Απρίλιος   | 20,6  | 10,3   | 4,3   |
| Βορειοανατολικός Ειρηνικός       | Μάιος        | Νοέμβριος  | 16,3  | 9,0  | 4,1   |
| Βόρειος Ατλαντικός               | Ιούνιος      | Νοέμβριος  | 10,6  | 5,9  | 2,0   |
| Αυστραλία/Νοτιοδυτικός Ειρηνικός | Νοέμβριος    | Απρίλιος   | 9   | 4,8  | 1,9   |
| Βόρειος Ινδικός                  | Απρίλιος     | Δεκέμβριος | 5,4   | 2,2  | 0,4   |

# 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)

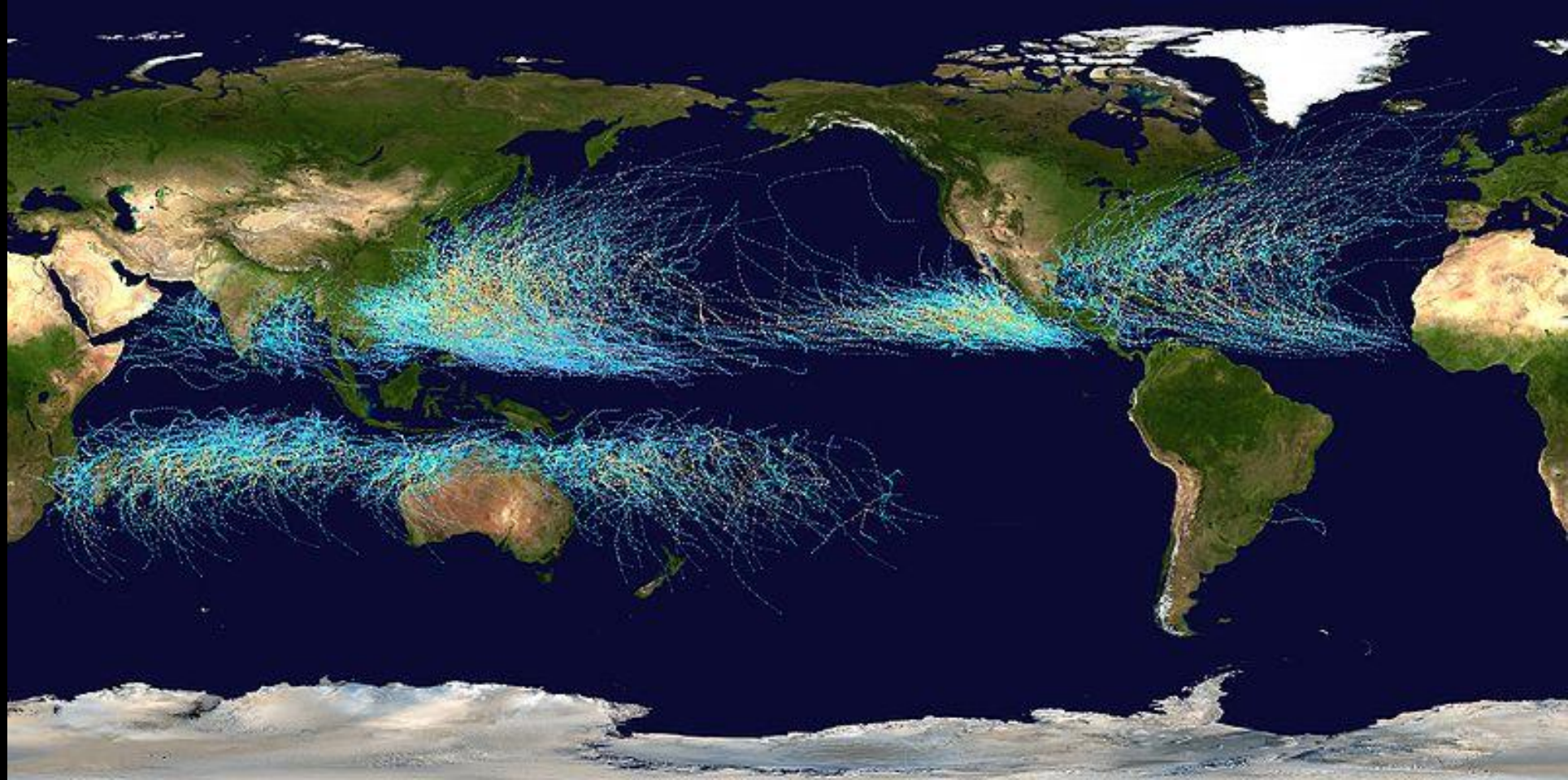
Στο **νότιο ημισφαίριο** αρχικά κινούνται Δ.ΝΔ. και στη συνέχεια στρέφουν κατά την ορθή φορά (δηλαδή Δ, ΝΔ, Ν, ΝΑ) ακολουθώντας και στις δύο περιπτώσεις τροχιές μάλλον παραβολικές.

Έχουν ταχύτητα μετατόπισης 10-15 κόμβους. Η μέγιστη ταχύτητα που έχει παρατηρηθεί είναι 40 κόμβοι.

Όταν ο τροπικός κυκλώνας ξεπεράσει πλάτη των  $40^{\circ}$  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.

Αν φτάσει στην ξηρά, 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).



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

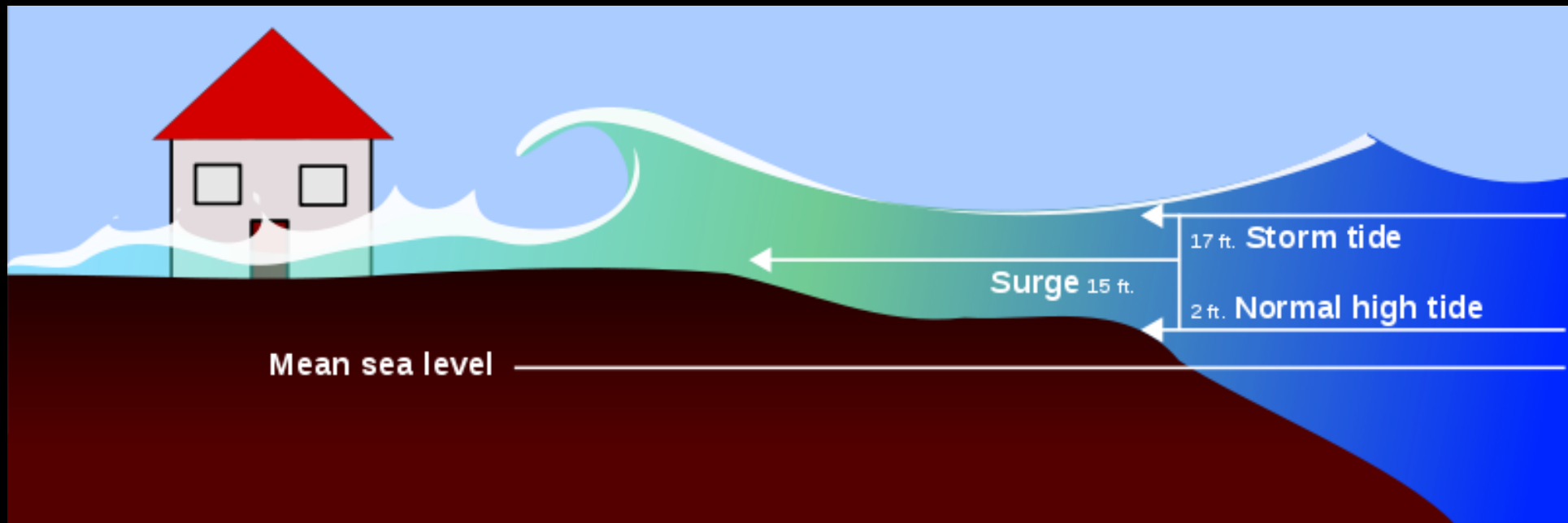
# Κλίμακα Τυφώνων Σαφίρ-Σίμπσον

| 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                     |

## 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, οδηγώντας σε κατολισθήσεις (landslides) και λασπολισθήσεις (mudslides) και αιφνίδιες πλημμύρες (flash floods),
- Ένα τεράστιο κύμα θύελλας (storm surge) 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.



Η ανύψωση της θαλάσσιας στάθμης λόγω τυφώνων ποικίλει ανάλογα με τη σφοδρότητα και τα χαρακτηριστικά της ακτής, συνήθως κυμαίνονται από 1 έως 5 m (3 to 25+ feet) αν και έχει παρατηρηθεί και 12 m.

<http://www.youtube.com/watch?v=1lCWy45XVDQ>

<http://www.youtube.com/watch?v=XTvkrLESrwU&feature=fvw>



Dauphin Island, Alabama, 110 kilometers απ το μάτι του Katrina  
Lili (2002),  
Ivan (2004), Dennis (2005),  
Katrina (2005)

July 2001 πριν τον τυφώνα Lili.



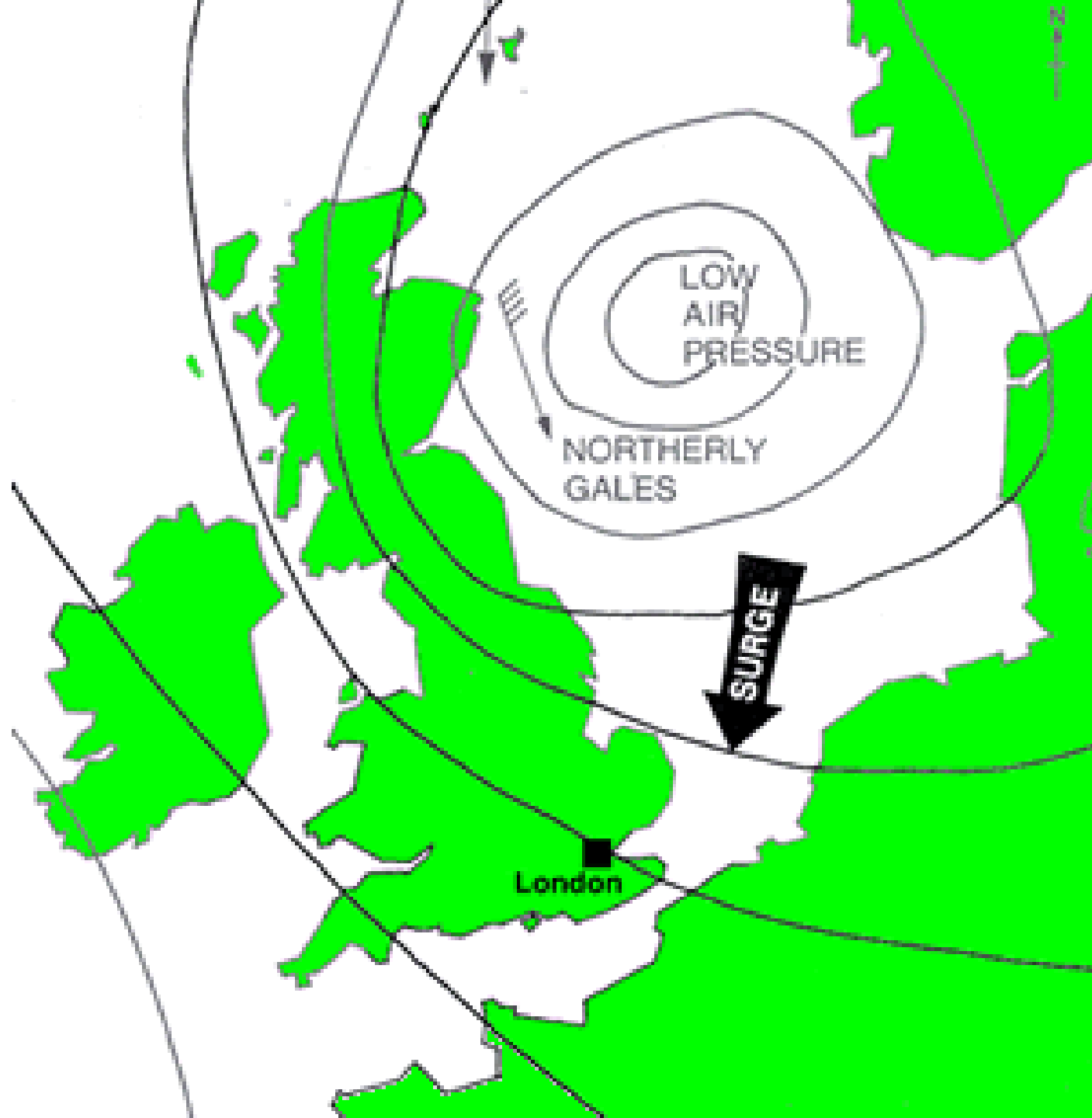
September 17, 2004 μετά το πέρασμα του τυφώνα Ivan.



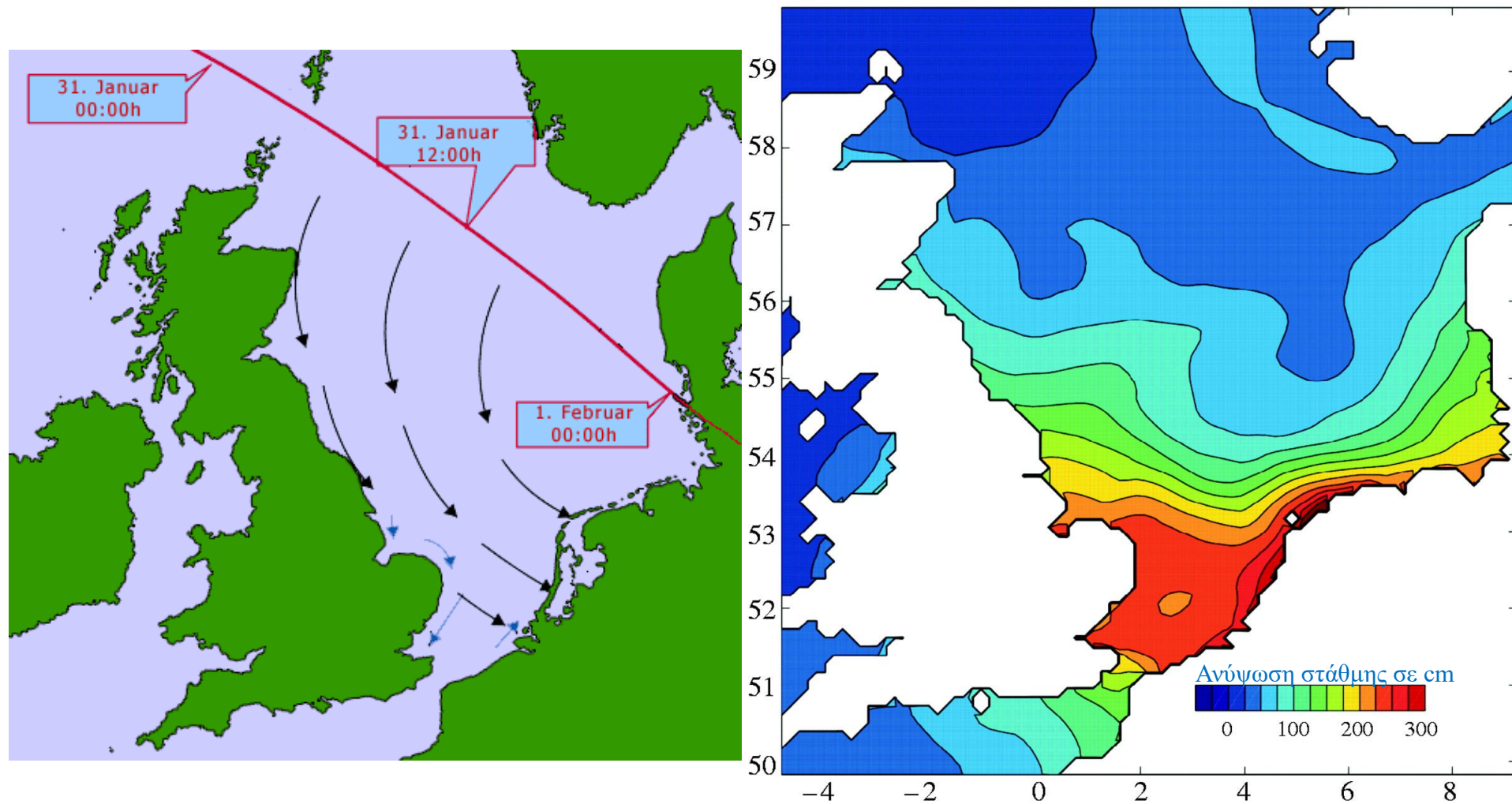
August 31, 2005 δύο μέρες μετά τον τυφώνα Katrina



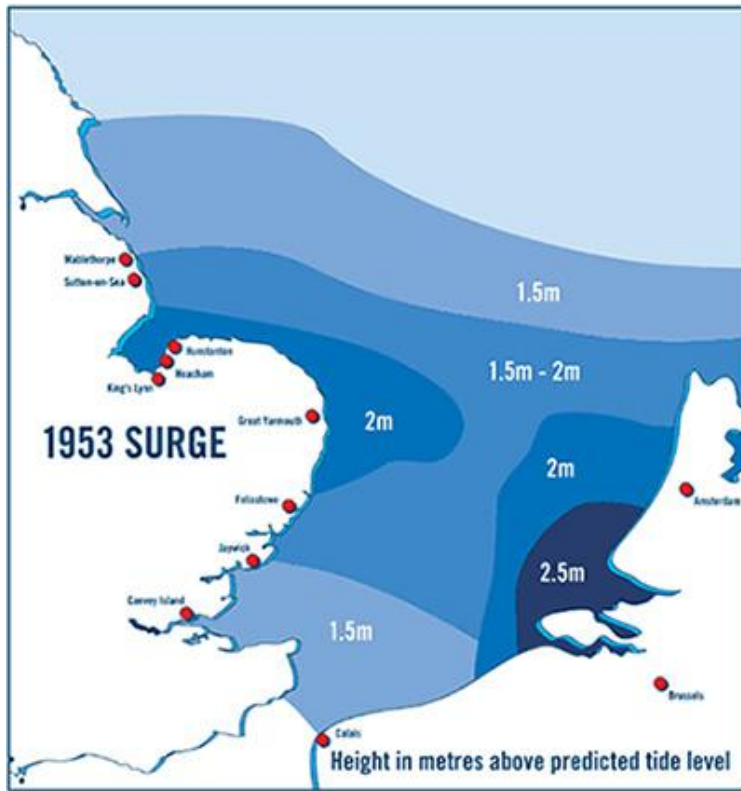




## Το συμβάν στη Βόρεια Θάλασσα το 1953



Πηγή: <http://www.storm-surge.info/north-sea-flood-1953>



Source: Ove T. Gudmestad



Canvey Island, 1953. PA Archive

## Hundreds Die In Dutch Floods (1953)

<https://www.youtube.com/watch?v=gY6eio6Eqcg>



Source: <https://www.thehistorypress.co.uk/articles/the-devastating-storm-of-1953/>









Αγωγοί εκροής στο φράγμα Haringvliet. που ήταν ένα παρακλάδι των εκβολών των Ποταμών Ρήνου, Meuse και Scheldt, από τη Βόρεια Θάλασσα.

Το 1953 διερράγησαν τα φράγματα και 1800 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους (η στάθμη ανήλθε 4 m πάνω από τη μέση τιμή της)

## Changes in storms with increasing global warming

### Global

- Tropical cyclones
- Extratropical cyclones
- Atmospheric river

Average and maximum precipitation rates **increase** with warming

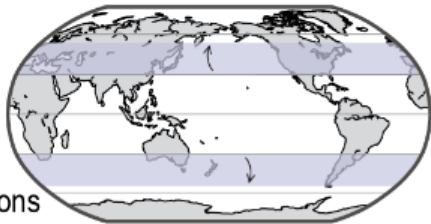
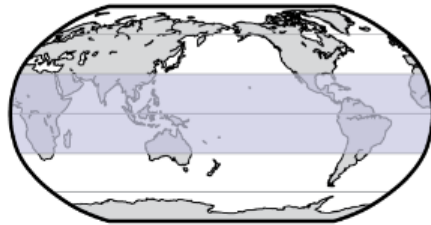
- Tropical cyclones

**Increase** in strength

**Decreased** or unchanged genesis frequency

- Extratropical cyclones

Changes (**increase** or **decrease**) in wind speed following storm tracks poleward shift in some regions



### Regional

#### Tropical cyclones

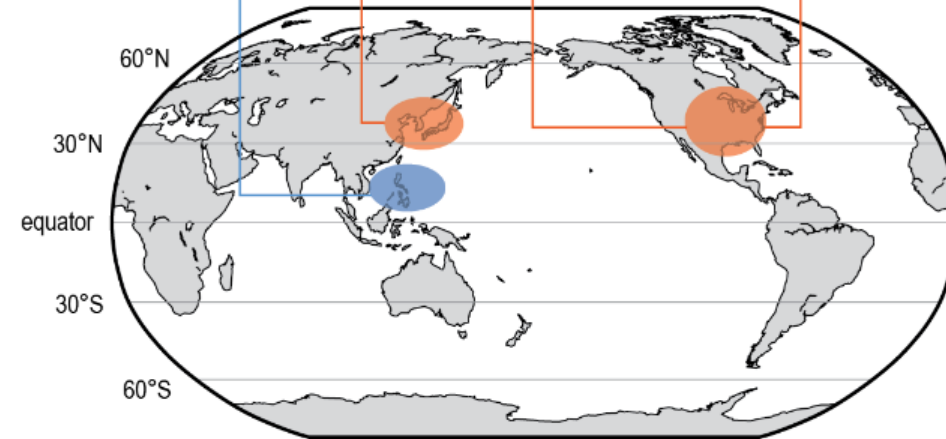
**Decreased** exposure

**Increased** exposure

**Slower** motion

#### Severe convective storms

**Longer** season



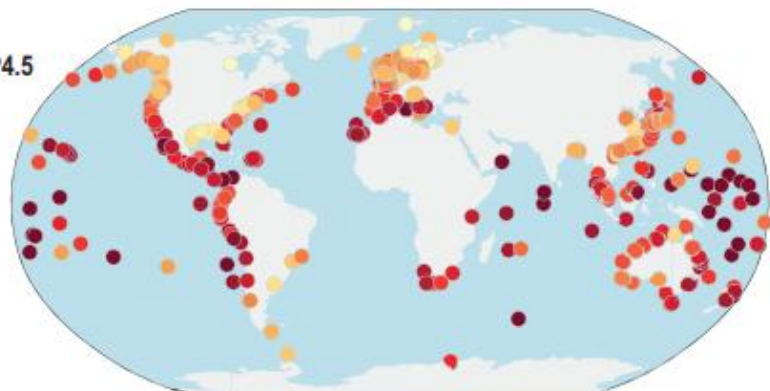
2046–2065

2081–2100

RCP2.6



RCP4.5



RCP8.5



## Περιορισμός των αρνητικών συνεπειών

Αφού δεν μπορούν να αποτραπούν έστω να προγνωσθούν.

Η πρόγνωση αφορά την ανίχνευση – αναγνώρισή τους και την πρόβλεψη της συμπεριφοράς τους.

*Η πρόγνωση αφορά:*

- Αν ο τυφώνας θα προσεγγίσει την ακτή,
- Πού και πότε θα κτυπήσει,
- Πόσο ισχυροί θα είναι οι άνεμοι,
- Το εύρος της περιοχής που θα πληγεί,
- Το ύψος βροχής που τον συνοδεύει,
- Την ανύψωση της στάθμης που θα προκαλέσει

## Κέντρα πρόγνωσης τυφώνων

US National Hurricane Center – Florida, Miami

Canadian Hurricane Center – Nova Scotia,

εκδίδουν

Δελτία επαγρύπνησης για τυφώνες (όταν ένας τυφώνας είναι πιθανό να πλήξει μια περιοχή εντός 36 ωρών)

Δελτία προειδοποίησης για τυφώνες (όταν ένας τυφώνας πρόκειται να κτυπήσει σε λιγότερο από 24 ώρες)

## Δύσκολη υπόθεση η πρόγνωση.....

Εργαλεία πρόγνωσης:

- Μετεωρολογικοί δορυφόροι (χρήσιμοι για την ανίχνευση)
- Αεροσκάφη – κυνηγοί τυφώνων
- Ραντάρ (δεδομένα βροχόπτωσης, ταχύτητας ανέμων, διεύθυνση κίνησης καταιγίδας)
- Πλωτοί μετεωρολογικοί σταθμοί (μεταφέρουν πληροφορίες στα κέντρα προειδοποίησης τυφώνων)
- Πιθανά πλοία που βρίσκονται στην περιοχή γένεσης
  
- ΜΟΝΤΕΛΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

# Περίπτωση τυφώνα Opal

Δημιουργήθηκε στον κόλπο του Μεξικό το 1995

Η πρόγνωση ήταν ότι θα παραμείνει στην κατηγορία 1 ή 2 καθώς προσέγγιζε την Florida

Αποφασίστηκε να μην εκδοθεί προειδοποίηση (στις 5 μμ)

Τα μεσάνυχτα ο τυφώνας πέρασε από μια περιοχή θερμών νερών και εμπλουτίστηκε σε υδρατμούς φθάνοντας την κατηγορία 5 και κινήθηκε ταχύτατα προς την ακτή.

Όταν εκδόθηκε προειδοποίηση οι περισσότεροι πολίτες δεν την έλαβαν

Το πρωί ξύπνησαν από τα κύματα

Η εκκένωση της πόλης προκάλεσε τεράστιο μπουτιλιάρισμα.

Έπληξε την περιοχή έχοντας φθάσει την κατηγορία 3 και προκαλώντας 9 θανάτους

***Η πρόγνωση πρέπει να αφορά και την ΕΝΤΑΣΗ***

# Προσαρμογή

Τα συστήματα προειδοποίησης

μέσα ενημέρωσης - μετάδοσης, συναγερμοί - σειρήνες

Σχέδια εκκένωσης κατοικημένων περιοχών

πρέπει να αναπτυχθούν πριν τον κίνδυνο

να γνωστοποιηθούν σε μη περίοδο τυφώνων

να παρέχονται δημόσια μέσα μεταφοράς

ιδιαίτερο πρόβλημα στα barrier islands

Ασφάλιση περιουσιών

Κατασκευή και σχεδιασμός των κτιρίων

ανθεκτικά σε σφοδρούς ανέμους

ανυψωμένα για αποφυγή του νερού απ την άνοδο της θ.σ.

*Σε ατομικό επίπεδο*

καθαρισμός του γύρω χώρου από κλαδιά κ.λ.π.

εξοικείωση με την ιδέα....

συνεχής παρακολούθηση ΜΜΕ

γνώση των σχεδίων και διαδρομών εκκένωσης