


Φυσική της καταιγίδας
Μεσογειακοί Κυκλώνες
Κύτταρα κυκλοφορίας
Εμποδισμός Ωμέγα

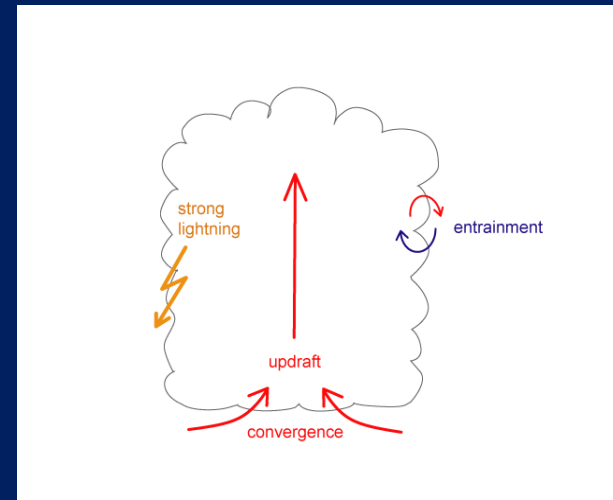
2022-2023



Η «φυσική» της καταιγίδας - 1

Η καταιγίδα ανήκει στην κατηγορία των φαινομένων μέσης κλίμακας που χαρακτηρίζονται από μικρή οριζόντια επέκταση (της τάξης των 10-50 km), μικρή διάρκεια χρόνου (1-2 ώρες), μεγάλες ταχύτητες ανοδικών ρευμάτων (10-30 m/s), καθώς και μεγάλη κατακόρυφη έκταση, δεδομένου ότι οι κορυφές των καταιγιδοφόρων νεφών φθάνουν έως την τροπόπαυση.

Στάδιο ανάπτυξης



Το στάδιο της ανάπτυξης διαρκεί πέντε με δέκα λεπτά και στο αναπτυσσόμενο κύτταρο της καταιγίδας επικρατούν μόνο ανοδικές κινήσεις, ενώ η διάμετρός του είναι μεταξύ δύο και οκτώ χιλιομέτρων.

Καθώς η θερμή και υγρή αέρια μάζα ανέρχεται, παρατηρείται συμπύκνωση των υδρατμών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία νεφών και την απελευθέρωση λανθάνουσας θερμότητας, η οποία διατηρεί τον ανερχόμενο αέρα θερμότερο από τον περιβάλλοντα ατμοσφαιρικό αέρα.

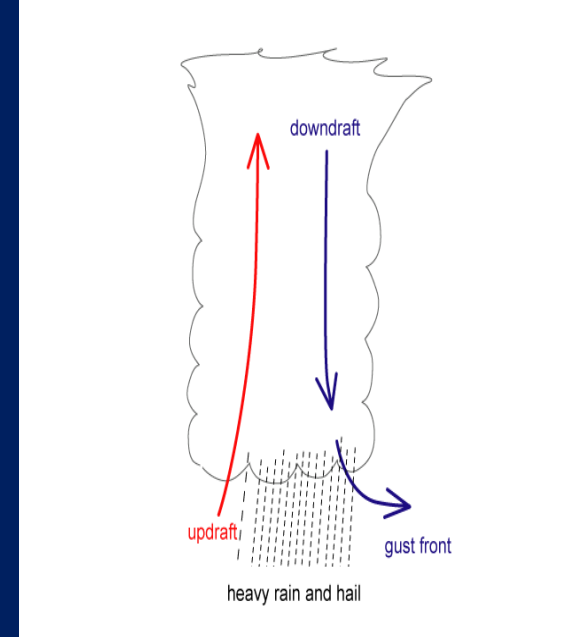
Η ανάπτυξη του νέφους στην κατακόρυφο συνεχίζεται για όσο διαρκεί ο ανεφοδιασμός του νέφους με θερμότερο και πιο υγρό αέρα από τα κατώτερα επίπεδα.

Στάδιο ωρίμανσης

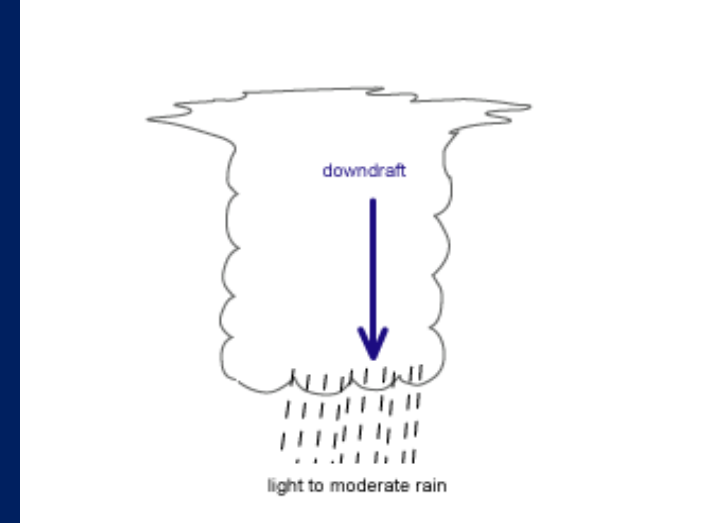
Η εμφάνιση των καθοδικών κινήσεων που προκαλούνται αρχικά από την αδυναμία του ανοδικού ρεύματος να διατηρήσει την αιώρηση των σωματιδίων μέσα

στο νέφος, λόγω της αύξησης του βάρους τους, και που επιταχύνονται στη συνέχεια από τον προαναφερθέντα κατερχόμενο αέρα, σηματοδοτούν το στάδιο της ωρίμανσης.

Στη φάση αυτή επικρατούν καθοδικές και ανοδικές κινήσεις, η καταιγίδα χαρακτηρίζεται από μέγιστη ένταση, με ισχυρή βροχόπτωση και χαλαζόπτωση και η κορυφή του νέφους που έχει φθάσει στην τροπόπαυση παίρνει το πεπλατυσμένο (σαν αμόνι) σχήμα.



Στάδιο διάλυσης

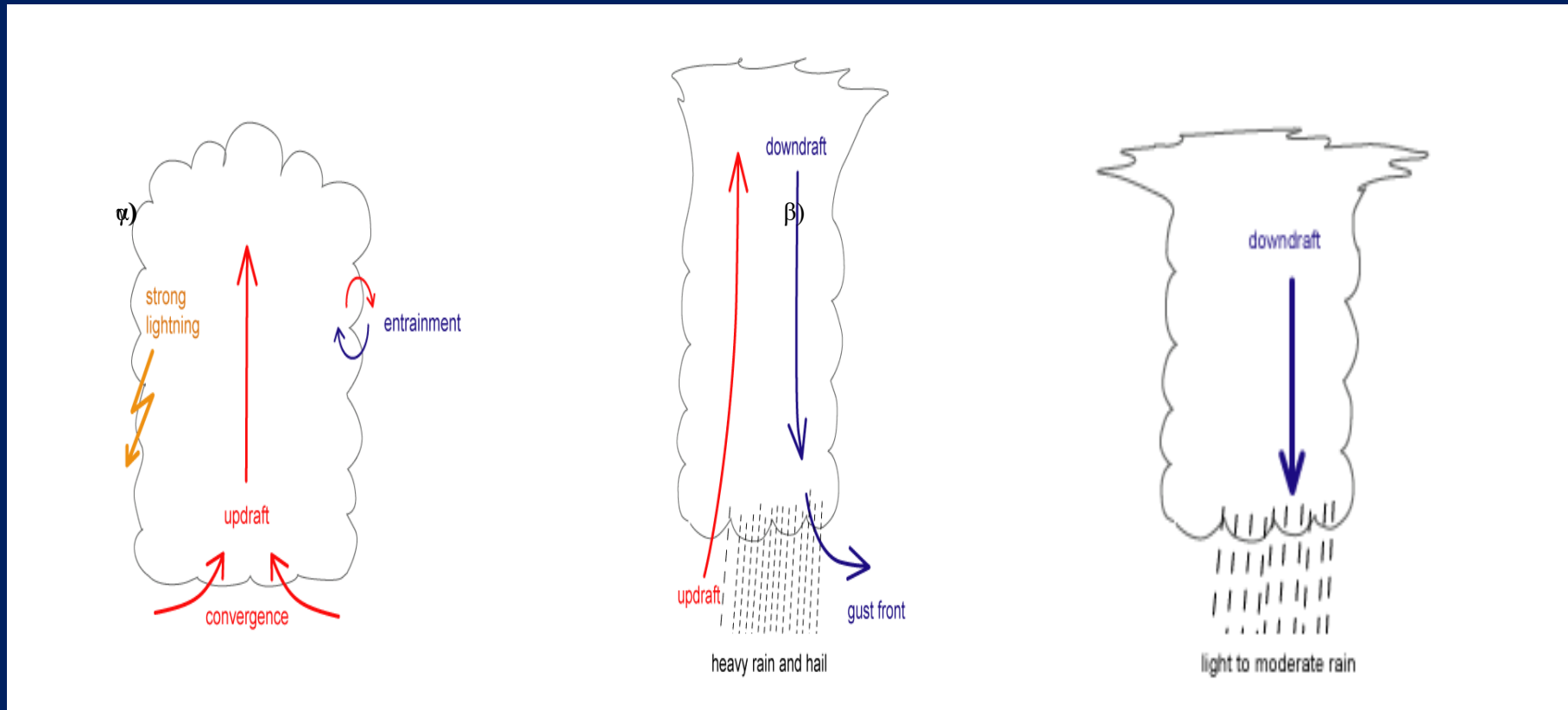


Στην περιοχή όπου το καθοδικό ρεύμα φτάνει στην επιφάνεια παρατηρείται απόκλιση του αέρα προς όλες τις κατευθύνσεις.

Το επιφανειακό όριο που χωρίζει τον προπορευόμενο (κατερχόμενο) ψυχρό αέρα από τον θερμότερο περιβάλλοντα ατμοσφαιρικό αέρα ονομάζεται μέτωπο των ριπών (gust front) και ο σχηματισμός του έχει ως αποτέλεσμα την τροφοδότηση της καταιγίδας.

Στο τρίτο στάδιο επικρατούν μόνο καθοδικά ρεύματα, ασθενής βροχόπτωση και διάλυση του νέφους.

Τα τρία χαρακτηριστικά στάδια ανάπτυξης ενός τυπικού καταιγιδοφόρου νέφους (single cell).



Από τη μονοκύτταρη στην πολυκύτταρη καταιγίδα

Κάποια από τα χαρακτηριστικά που καθορίζουν την ένταση και τη διάρκεια μιας καταιγίδας και συνεπώς την πιθανότητα να εκδηλωθεί στην ακραία μορφή της είναι:

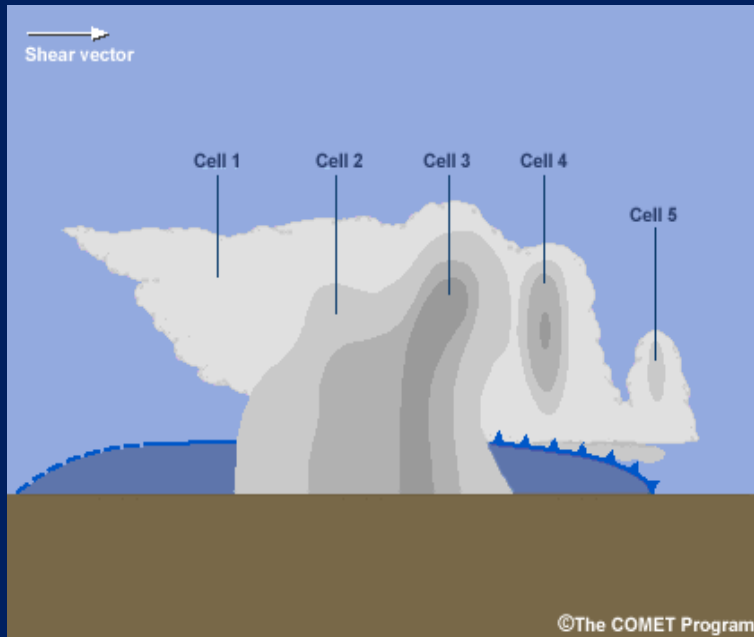
- Η περιεκτικότητα του θερμού αέρα σε υδρατμούς
- Η ένταση του ανοδικού ρεύματος
- Η συνεχής τροφοδότηση της καταιγίδας με θερμό και υγρό αέρα

Όταν ισχύουν οι παραπάνω συνθήκες μπορεί να αναπτυχθούν νέα κύτταρα καταιγίδας. Σε αυτή την περίπτωση, η δημιουργία των νέων κυττάρων ξεκινά πριν τη διάλυση των παλαιών με συνέπεια αυτές να διαρκούν περισσότερο από μια ώρα, δηλαδή περισσότερο από μια μεμονωμένη καταιγίδα (single-cell storm).

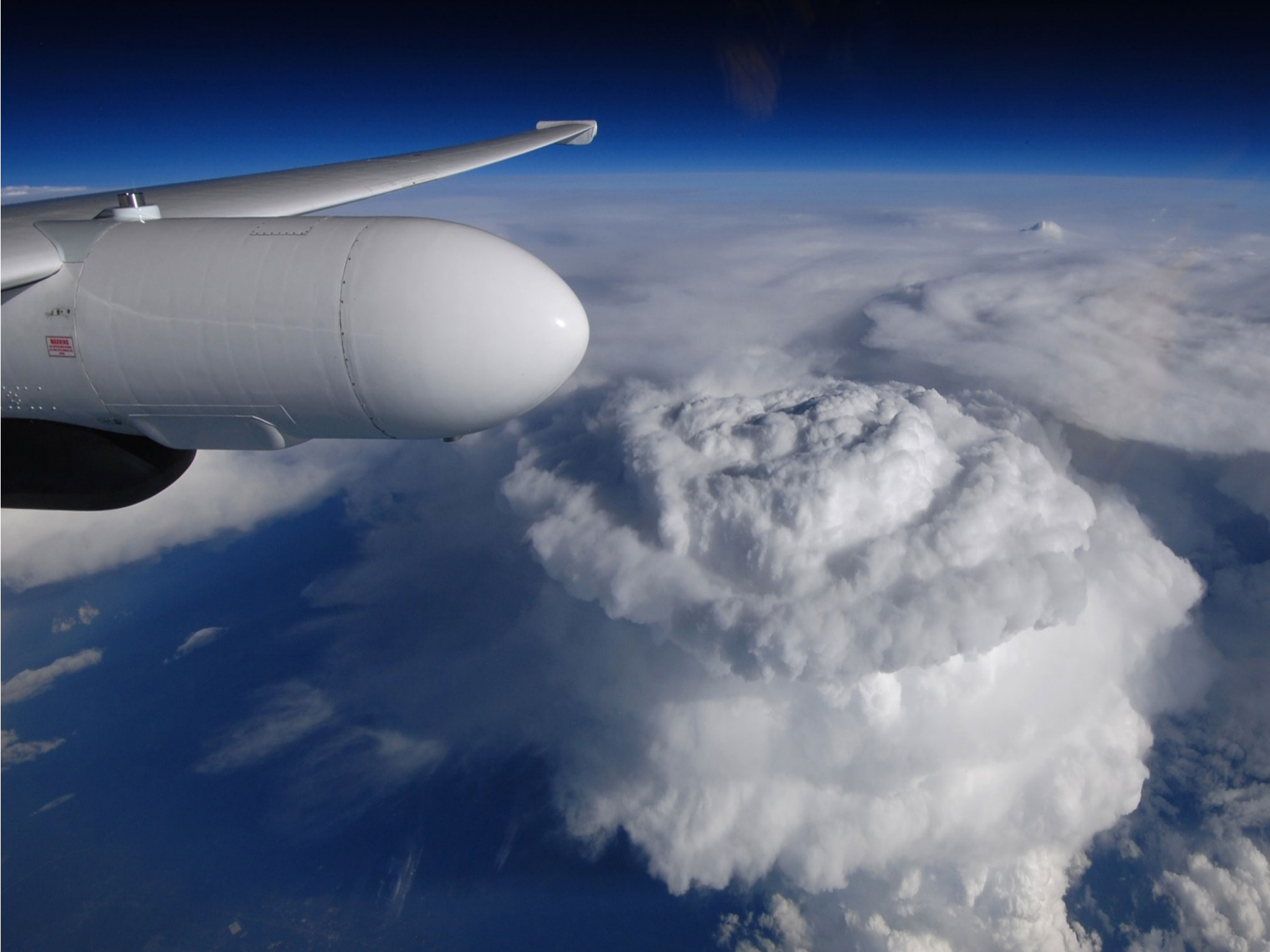
α)

β)

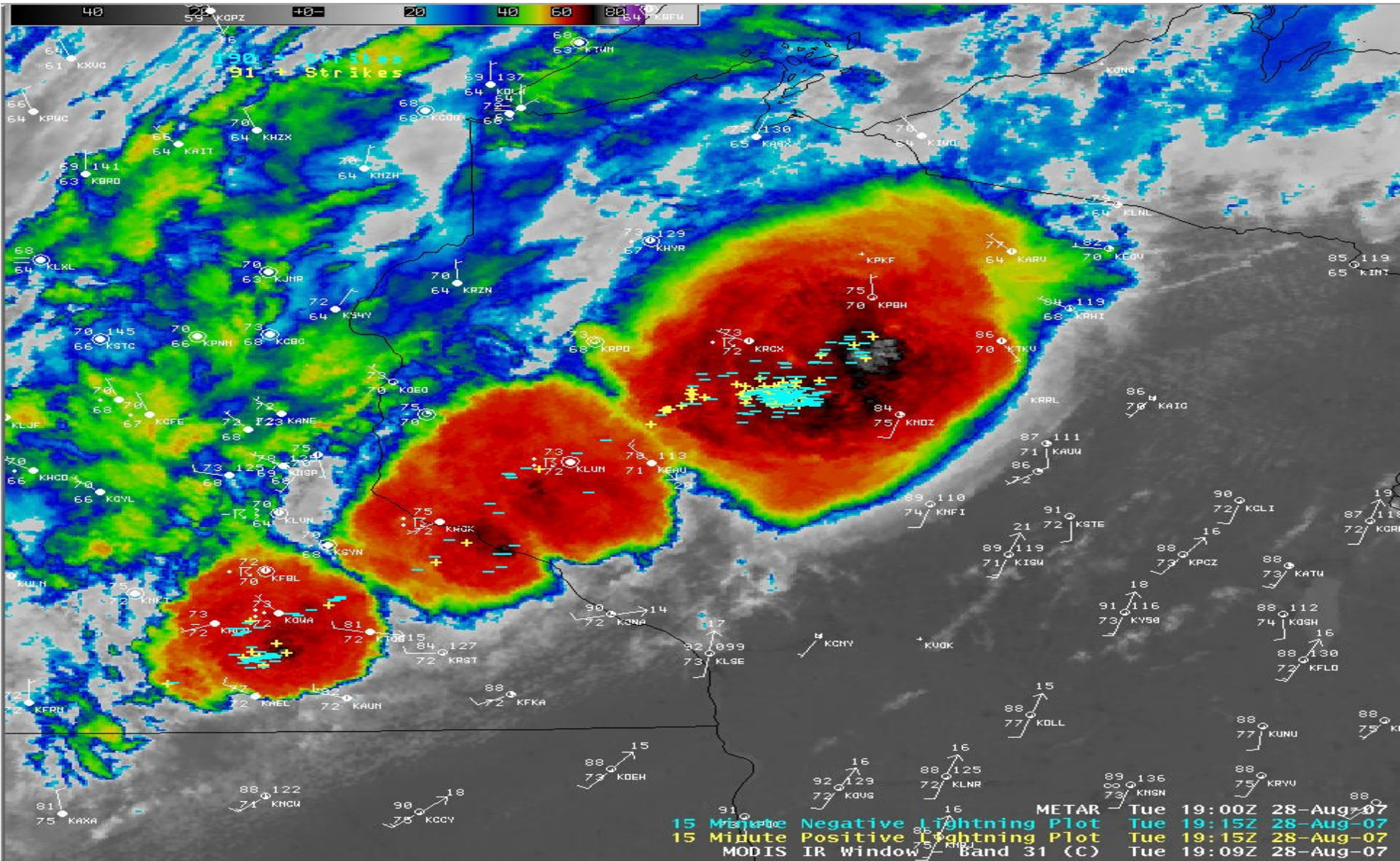
Συνεπώς όταν συνυπάρχουν στη σειρά πολλές καταιγίδες σε διάφορες φάσεις ανάπτυξης, τότε το καταιγιδοφόρο σύστημα έχει πολυπλοκότερη μορφή, φτάνει τα 12km σε ύψος και η καταιγίδα ονομάζεται πολυκύτταρη (multi-cell storm). Τέτοια μεγάλα οργανωμένα καταιγιδοφόρα νεφικά συστήματα έχουν μεγάλο χρόνο ζωής (6-12 ώρες), κινούνται αργά, προκαλούν πλημμύρες, χαλαζόπτωση, ισχυρούς ανέμους και συνεχόμενη βροχόπτωση κατά μήκος πολλών χιλιομέτρων.



Αποτύπωση νεφών κατακόρυφης ανάπτυξης





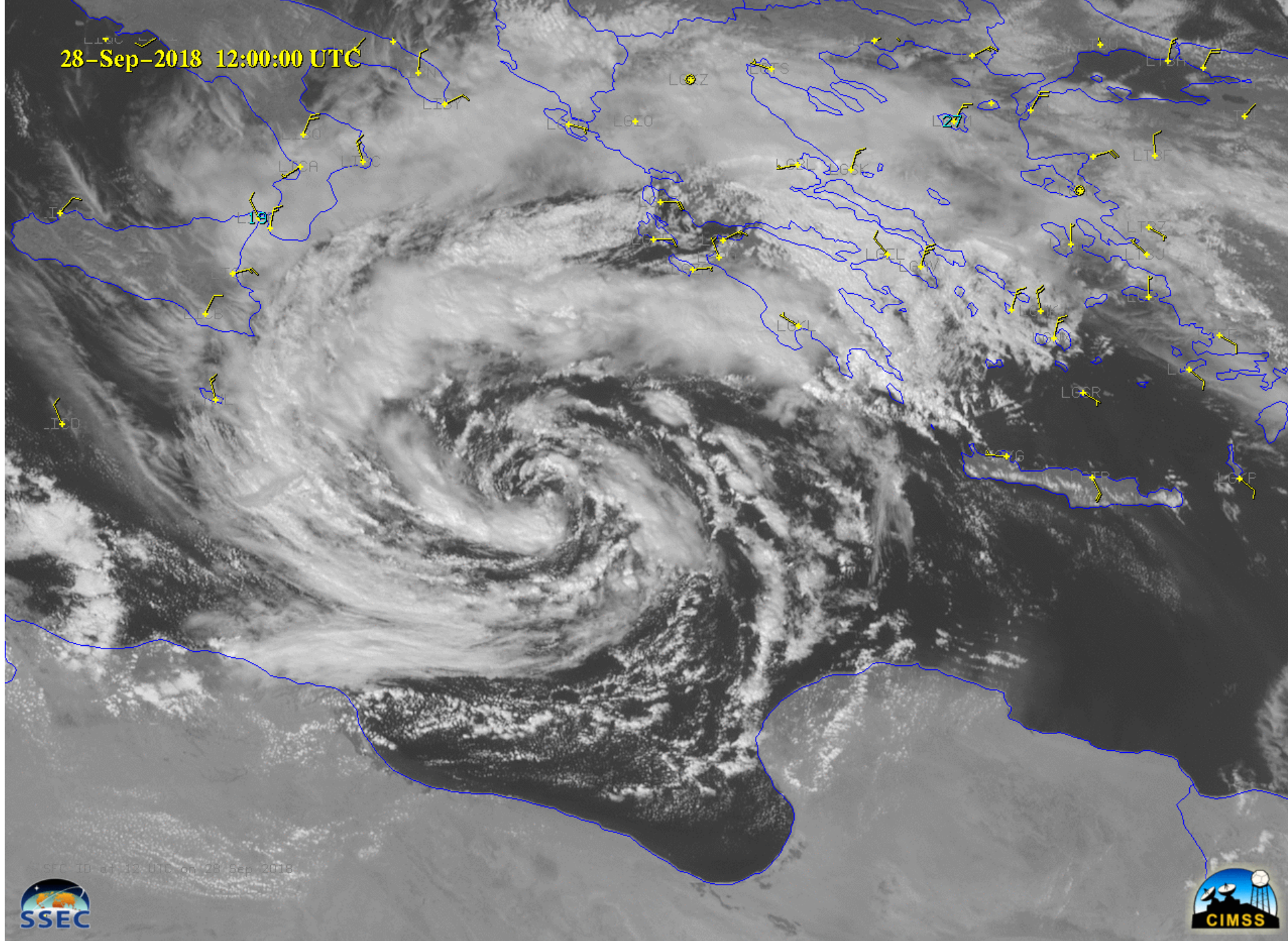


Μεσογειακός κυκλώνας Medicane

Οι μεσογειακοί κυκλώνες, επίσης γνωστοί ως **Μεσογειακοί τυφώνες** (διεθνής ονομασία: **Medicane**, από τις λέξεις *Mediterranean* και *hurricane*), είναι σπάνια μετεωρολογικά φαινόμενα που παρατηρούνται στη Μεσόγειο Θάλασσα.

Τα περισσότερα συστήματα παραμένουν στην ένταση τροπικής καταιγίδας ή κάτω από αυτήν, αλλά σε μερικές σπάνιες περιπτώσεις ορισμένες καταιγίδες έχουν φτάσει επίπεδο τυφώνα Κατηγορίας 1.

28-Sep-2018 12:00:00 UTC



SFC ID of 12 UTC on 28 Sep 2018

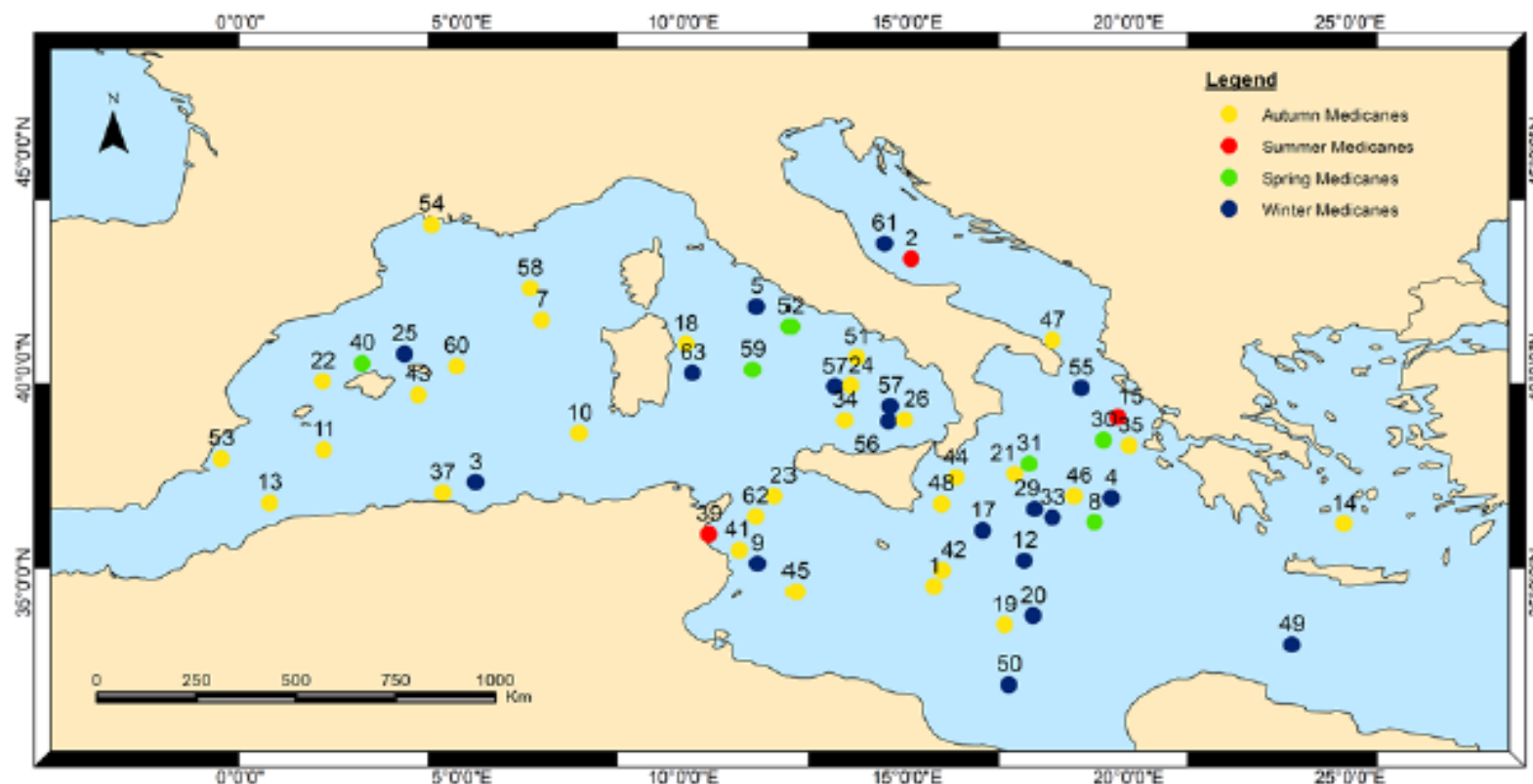


Οι μεσογειακοί κυκλώνες (με ή χωρίς εισαγωγικά) είναι πιθανότερο να σχηματισθούν το φθινόπωρο ή το χειμώνα πάνω από σχετικά θερμά ύδατα, σε συνδυασμό με τον ψυχρότερο αέρα από πάνω τους, ενώ οι τροπικοί κυκλώνες είναι πιο συνηθισμένοι κατά τους μήνες του καλοκαιριού.

Ενώ στον Ατλαντικό ή στον Ειρηνικό Ωκεανό οι κυκλώνες προϋποθέτουν θερμοκρασίες θάλασσας περίπου 27 βαθμών Κελσίου, στη Μεσόγειο μπορούν να σχηματισθούν κυκλώνες ακόμη και σε νερά με θερμοκρασία μόνο 14 βαθμών.



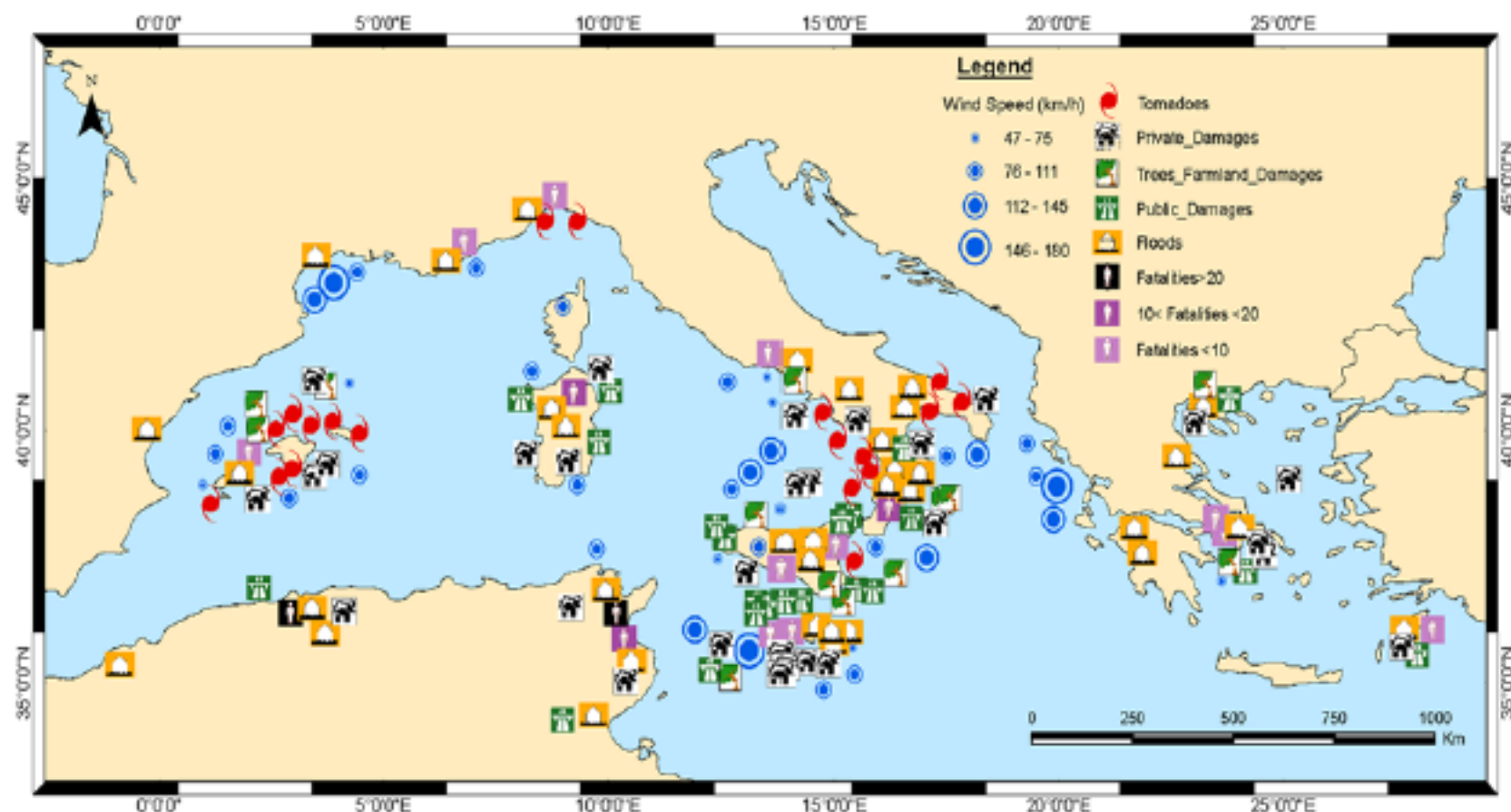
ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΙ ΚΥΚΛΩΝΕΣ – MEDICANES ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ



Εποχιακή γεωγραφική κατανομή της εμφάνισης Medicanes (κίτρινο χρώμα για το φθινόπωρο, κόκκινο χρώμα για το καλοκαίρι, πράσινο χρώμα για την άνοιξη και μπλε χρώμα για το χειμώνα) με βάση τις επιλεγμένες 63 περιπτώσεις στη Μεσόγειο κατά την περίοδο μελέτης 1969-2014.

From *Nastos et al. (2018), Atmospheric Research*

ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟΙ ΚΥΚΛΩΝΕΣ – MEDICANES
ΕΠΟΧΙΑΚΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ



Γεωγραφική κατανομή των επιπτώσεων των Medicanes για την περίοδο 1969-2014

Στη Μεσόγειο τέτοιου είδους βαρομετρικά συστήματα εμφανίζονται κατά μέσο όρο 1.5 φορές ανά έτος, δηλαδή μπορούμε να έχουμε 1 ή 2 Μεσογειακούς Κυκλώνες μέσα σε ένα έτος αλλά και έτη στα οποία δεν θα δημιουργηθούν Μεσογειακοί Κυκλώνες.

Ειδικότερα στην περιοχή της Ελλάδας, από το 1982 έχουμε καταγράψει 6 Μεσογειακούς Κυκλώνες, εκ των οποίων οι 4 έχουν δημιουργηθεί στο διάστημα 2016-2020.

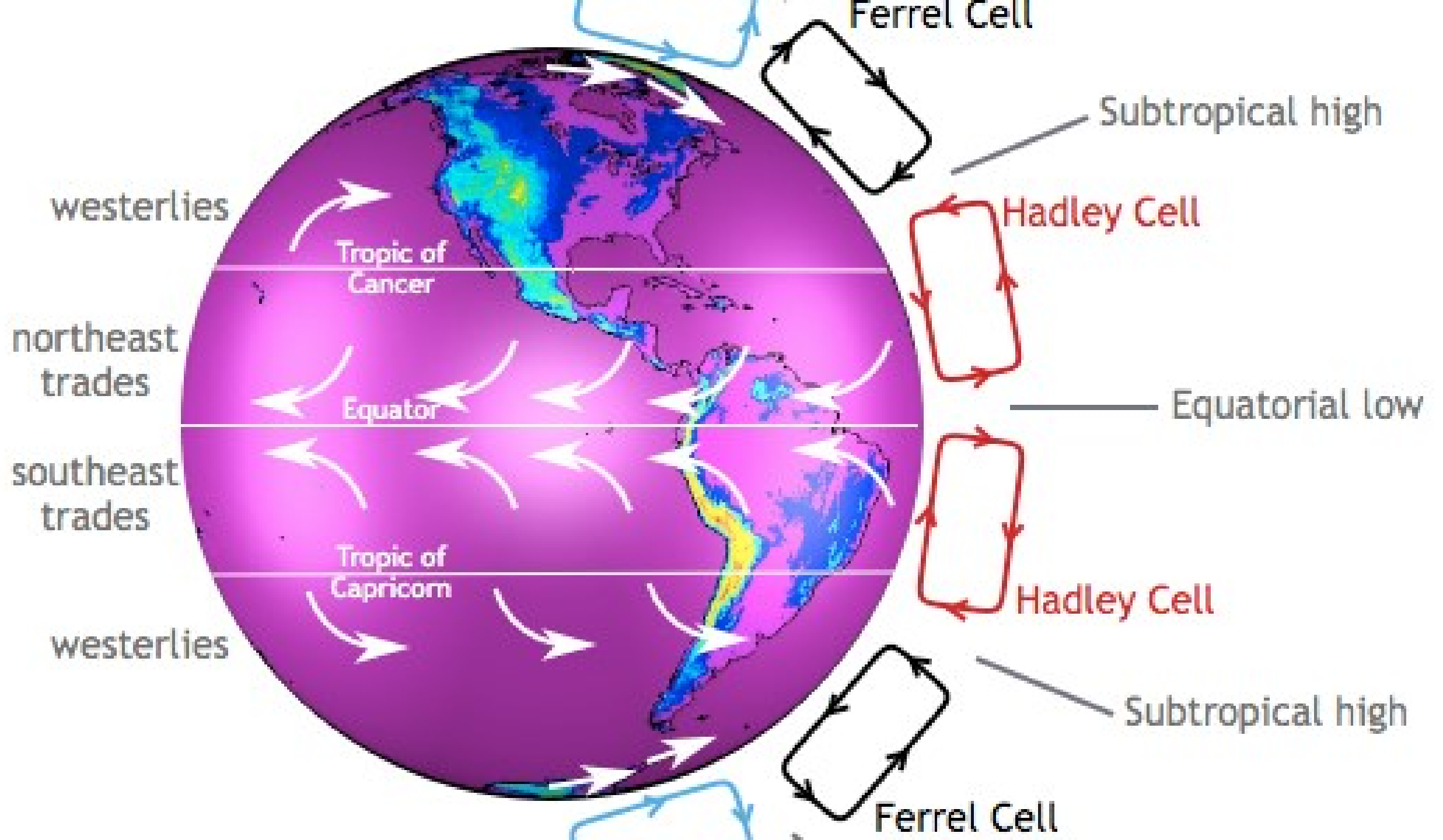
Κινούνται από τα δυτικά προς τα ανατολικά

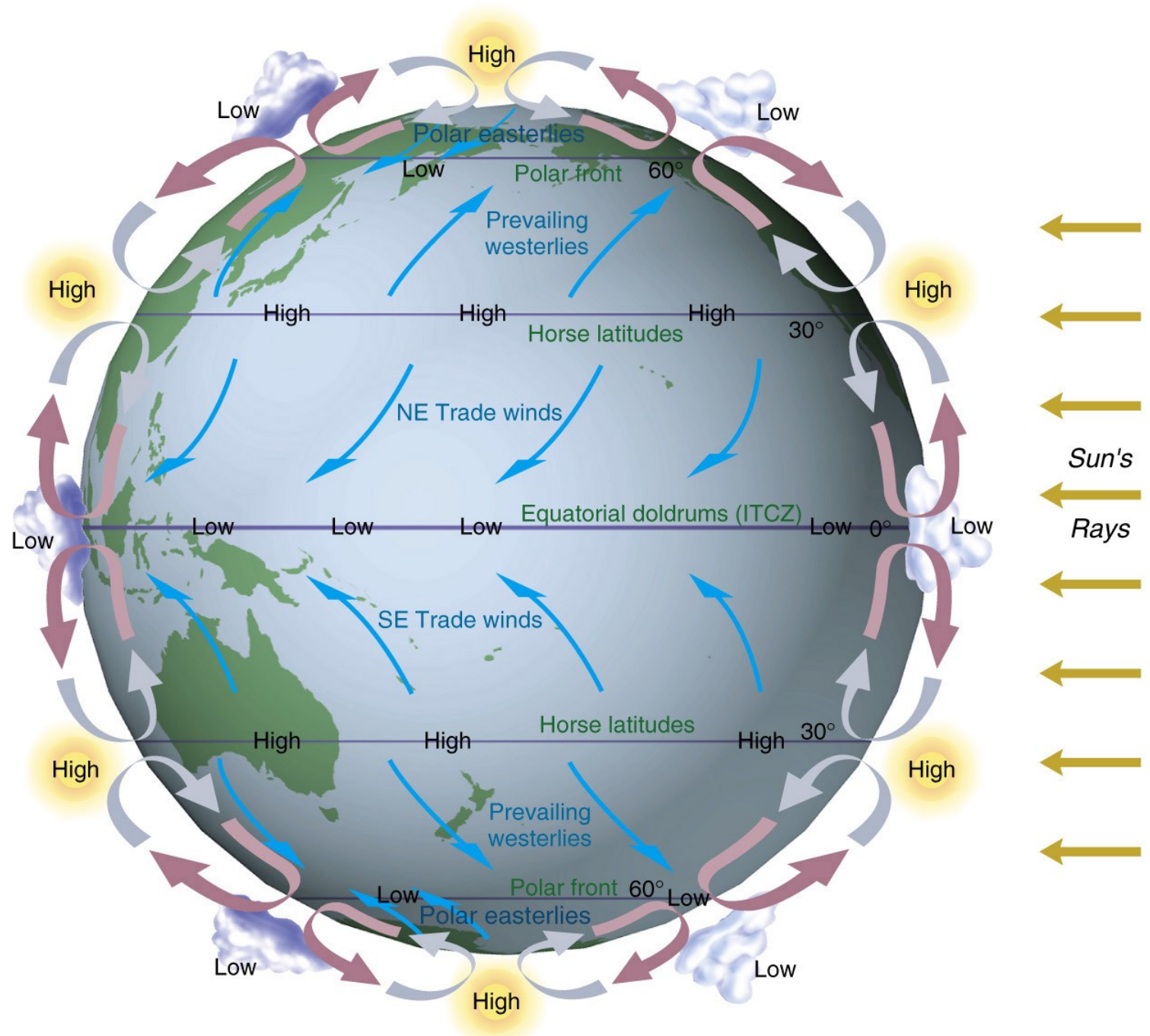
Οι Medicanes έχουν ένα ψυχρό πυρήνα και κινούνται πάντα από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Ξεκινούν ως απλές καταιγίδες για να εξελιχθούν σε κάτι πολύ ισχυρότερο, μετατρέποντας τη θερμότητα και την υγρασία της Μεσογείου σε ενέργεια. Αναπτύσσεται έτσι ένα ισχυρό υποτροπικό σύστημα χαμηλών πιέσεων, με πυκνά νέφη να στροβιλίζονται γύρω από ένα «μάτι» καθαρό από νέφη, κάτι που θυμίζει πολύ έναν τροπικό κυκλώνα.

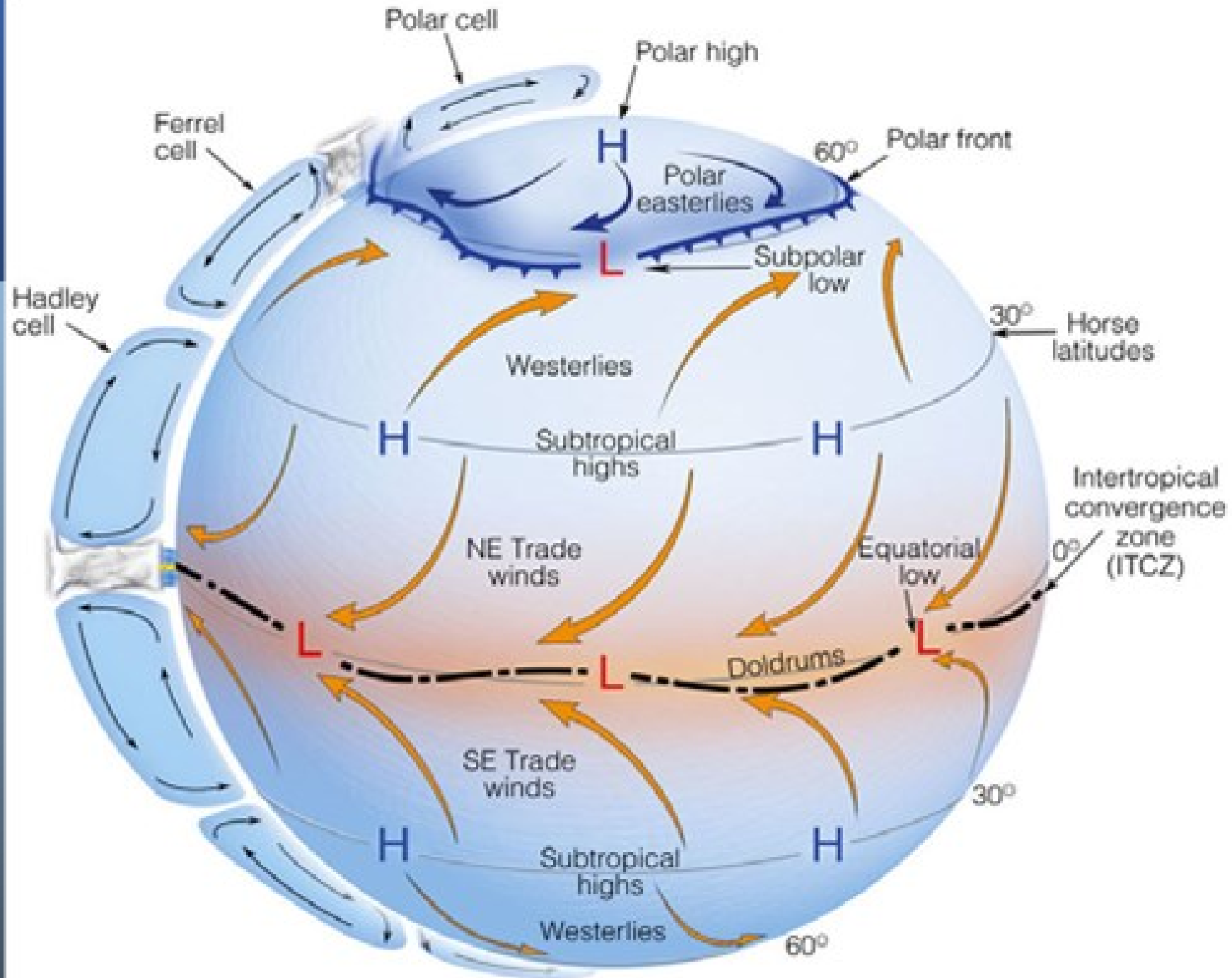
Σε ποιες περιοχές εμφανίζονται συνήθως

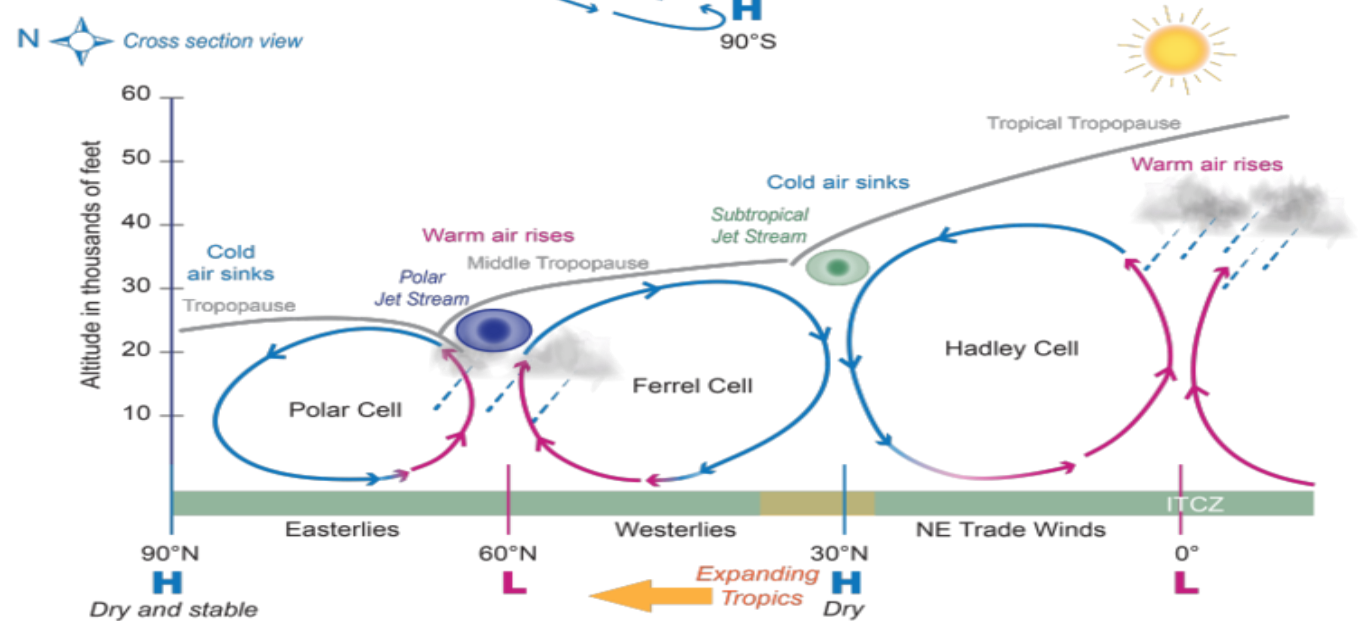
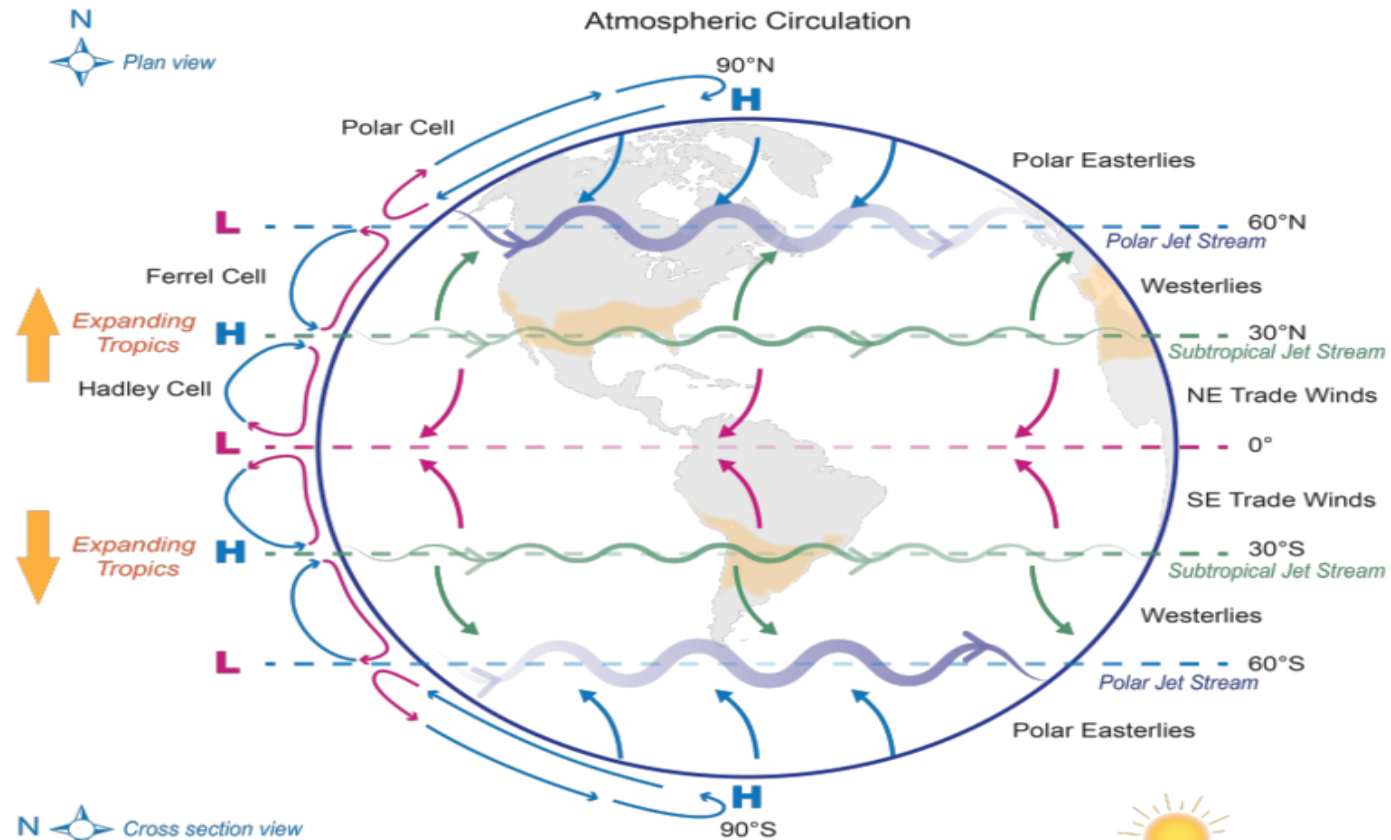
Δύο είναι οι συνηθέστερες περιοχές για τη δημιουργία μεσογειακού κυκλώνα: αφενός μια περιοχή στη δυτική Μεσόγειο μεταξύ της Ισπανίας, της Σαρδηνίας και της Κορσικής και, αφετέρου, στην ανατολική Μεσόγειο στο Ιόνιο, ιδίως στο νότιο. Είναι πιθανό ότι η μορφολογία των ακτογραμμών ανάμεσα στη νότια Ιταλία και στη δυτική Ελλάδα, ευνοεί την ανάπτυξη ανέμων που στροβιλίζονται.

Κύτταρα κυκλοφορίας









▪ Οι Αεροχειμαροι

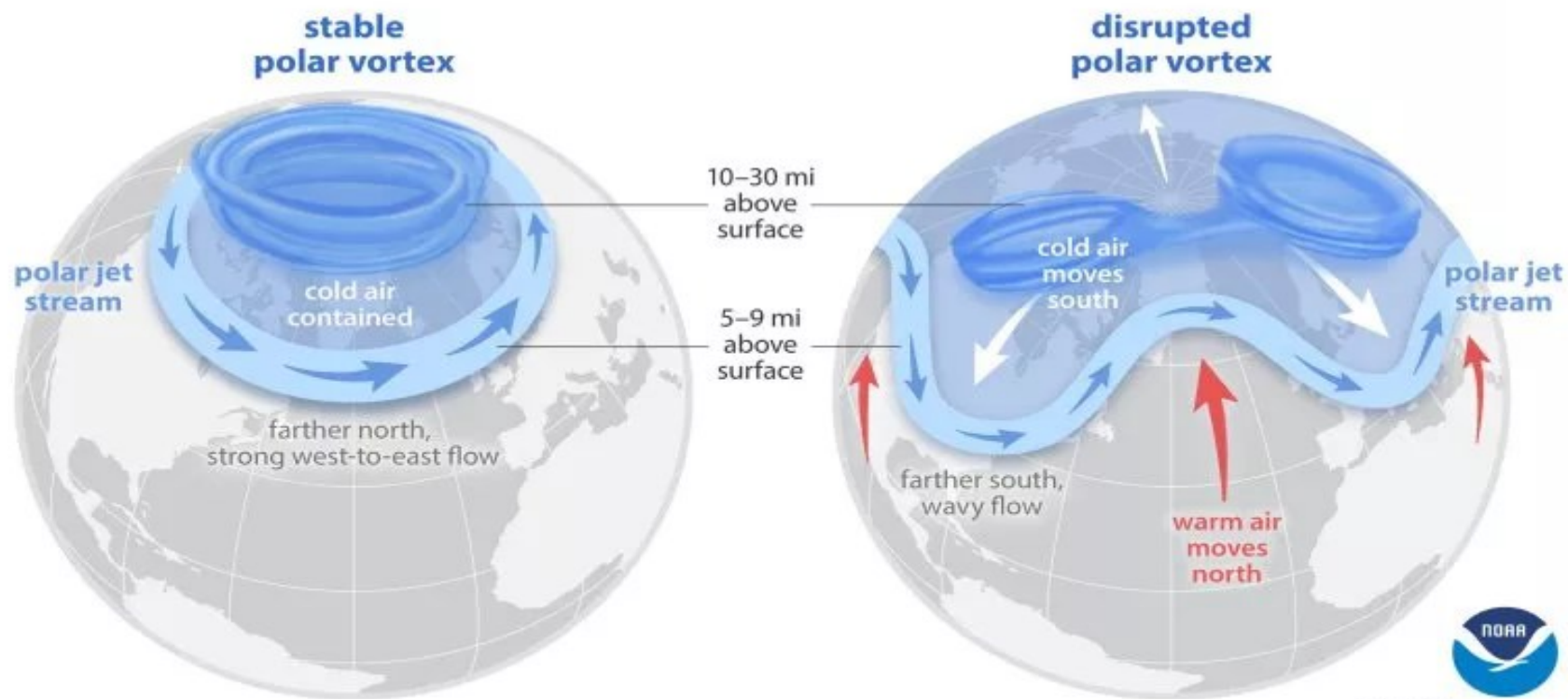
- Οι πραγματικοί άνεμοι στην ανώτερη τροπόσφαιρα είναι γενικά **Δυτικοί** με κατεύθυνση προς τους πόλους
- Οι αεροχειμαροι σχηματίζονται στην περιοχή της τροπόπαυσης & είναι στενές ζώνες ισχυρών ανέμων, οι οποίοι στο Β. ημισφαίριο είναι Δυτικοί (πνέουν από Ανατολή προς Δύση)
- Έχουν κυματοειδή μορφή
- Υπάρχουν 2 αεροχειμαροι σε κάθε Ημισφαίριο, ένας **πολικός** & ένας **υποτροπικός**
- Σχηματίζονται σε περιοχές που αποτελούν όρια ή ζώνη συνάντησης αερίων μαζών με σημαντικά διαφορετικά χαρακτηριστικά ως προς τη θερμοκρασία & την πυκνότητα με αποτέλεσμα τη δημιουργία ισχυρών βαθμίδων πίεσης π.χ. στις 30° όπου συναντώνται θερμές τροπικές αέριες μάζες με πιο ψυχρές από τους πόλους (**υποτροπικός**) & στις 60° όπου συναντώνται πολύ ψυχρές πολικές αέριες μάζες με θερμότερες προερχόμενες από τον Ισημερινό (**πολικός**). Είναι αποτέλεσμα της θέρμανσης της ατμόσφαιρας & της περιστροφής της Γης (Δύναμη Coriolis)

Understanding the polar vortex

The Arctic polar vortex is a strong band of winds in the stratosphere, surrounding the North Pole 10–30 miles above the surface.

The polar vortex is far above and typically does not interact with the polar jet stream, the flow of winds in the troposphere 5–9 miles above the surface. But when the polar vortex is especially strong and stable, the jet stream stays farther north and has fewer “kinks.” This keeps cold air contained over the Arctic and the mid-latitudes warmer than usual.

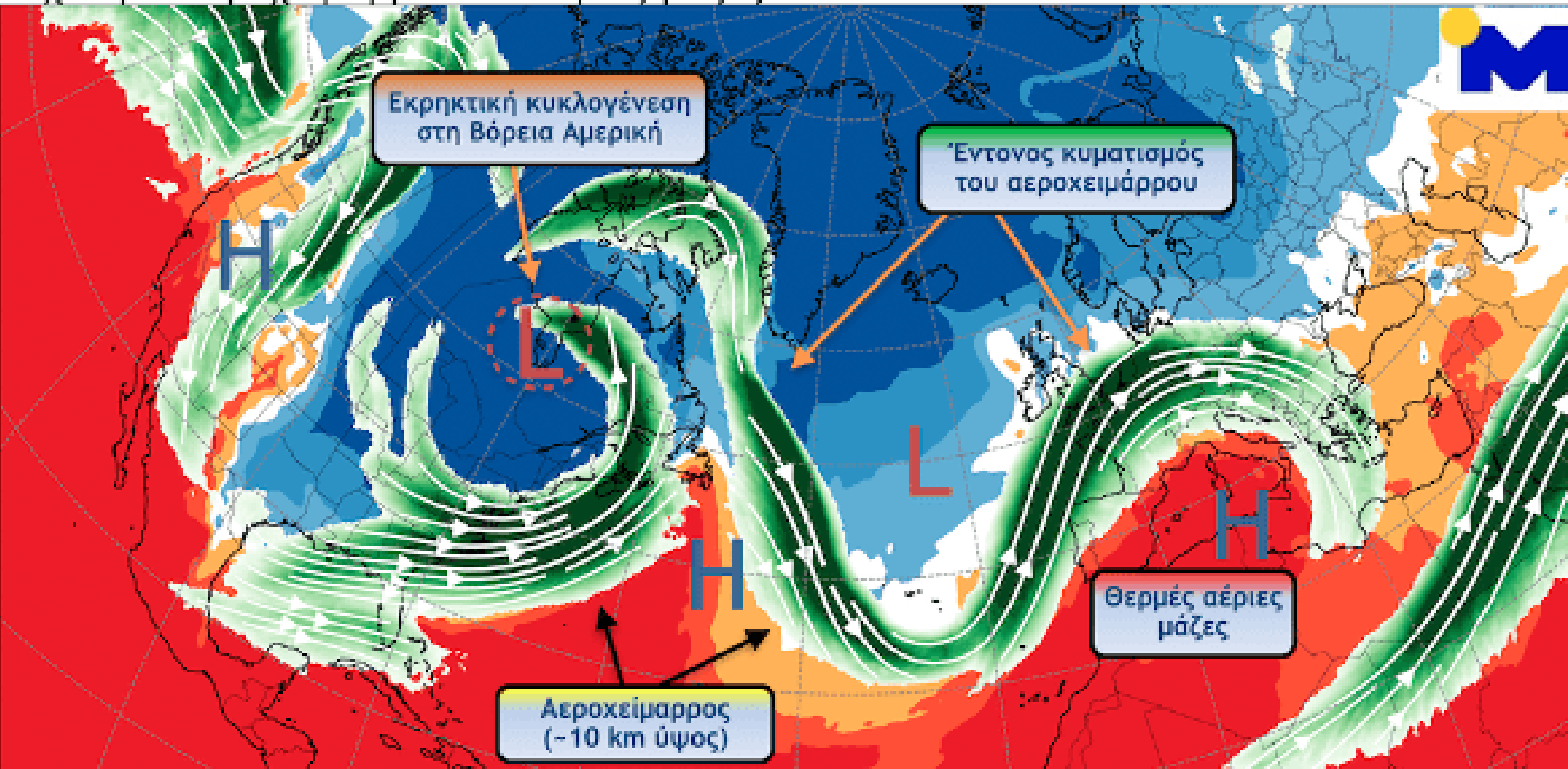
Every other year or so, the Arctic polar vortex dramatically weakens. The vortex can be pushed off the pole or split into two. Sometimes the polar jet stream mirrors this stratospheric upheaval, becoming weaker or wavy. At the surface, cold air is pushed southward to the mid-latitudes, and warm air is drawn up into the Arctic.



GFS 0.25°

Ταχύτητα αεροχειμάρρου και αέριες μάζες

Valid: Sun 25 Dec 20



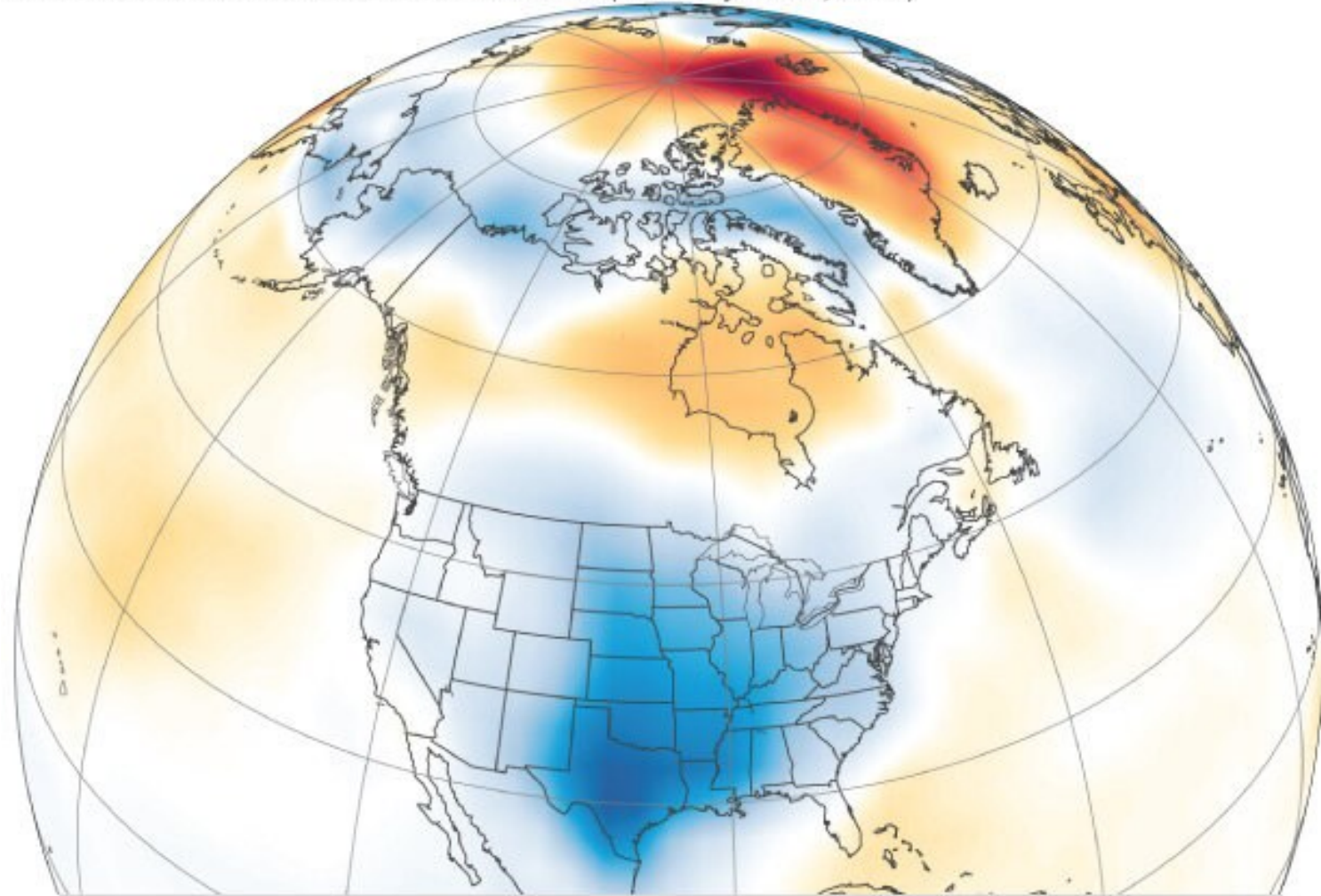
Εκρηκτική κυκλογένεση στη Βόρεια Αμερική

Έντονος κυματισμός του αεροχειμάρρου

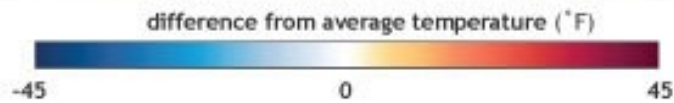
Θερμές αέριες μάζες

Αεροχειμάρρος (~10 km ύψος)

Extreme cold in south-central United States (February 15-22, 2021)



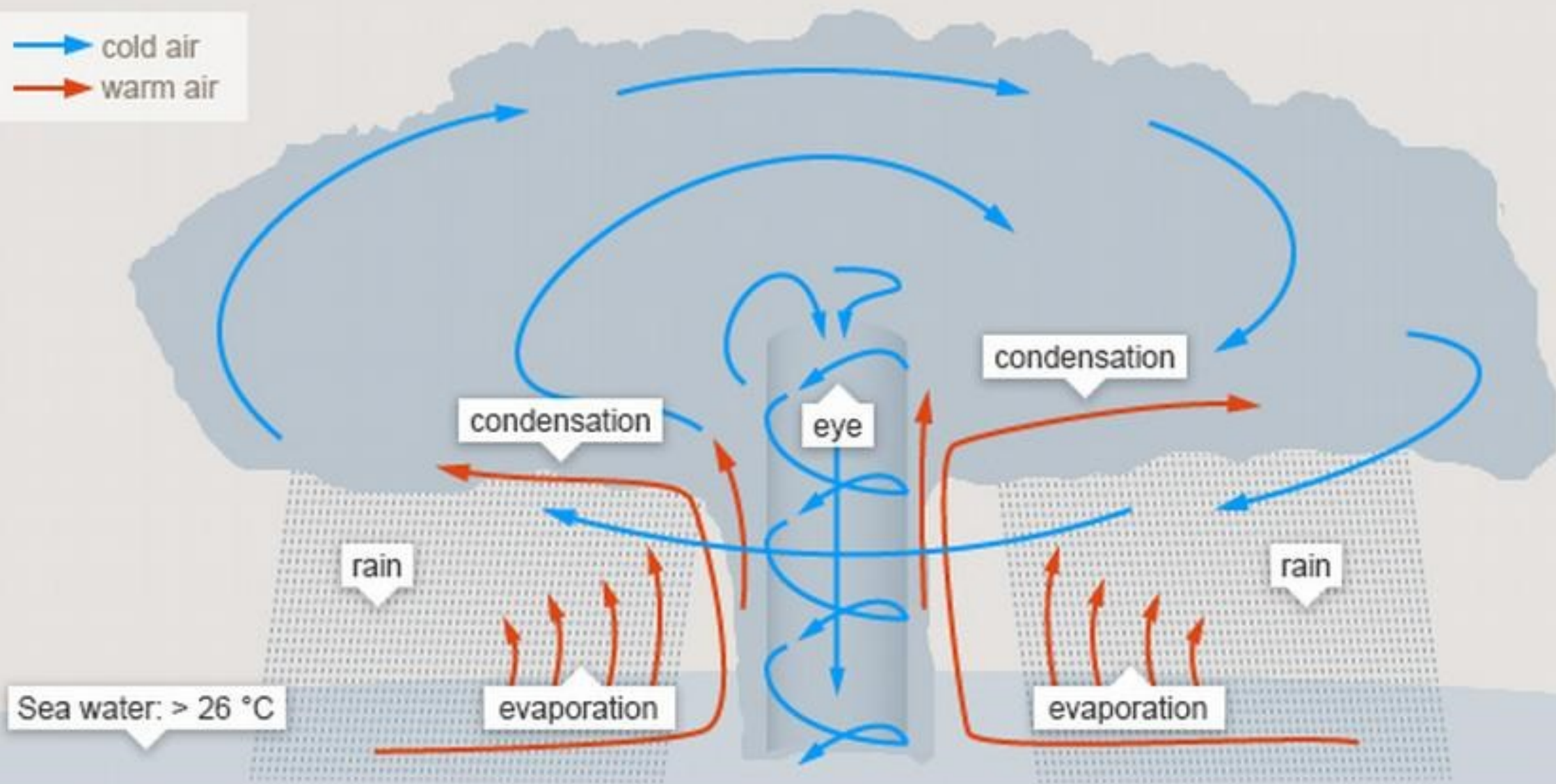
Feb 15-22, 2021
vs. 1981-2010 average



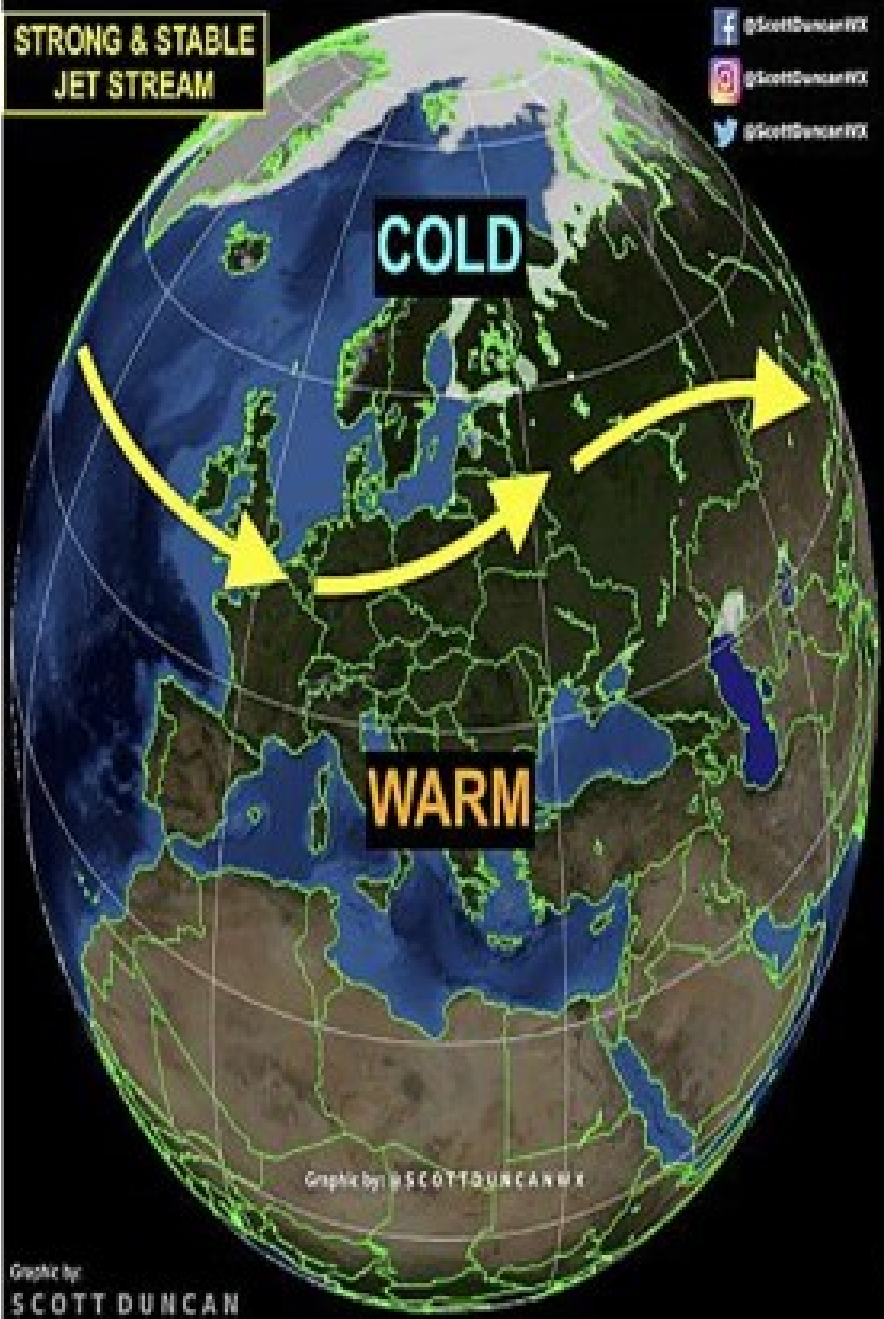
NOAA Climate.gov
Data: NCEP Reanalysis
Physical Sciences Lab

Cross-section of a tropic twister

—▶ cold air
—▶ warm air



**STRONG & STABLE
JET STREAM**



Graphic by
SCOTT DUNCAN

Facebook: @ScottDuncanWY
Instagram: @ScottDuncanWY
Twitter: @ScottDuncanWY

**WEAK & WAVY
JET STREAM**



Graphic by
SCOTT DUNCAN

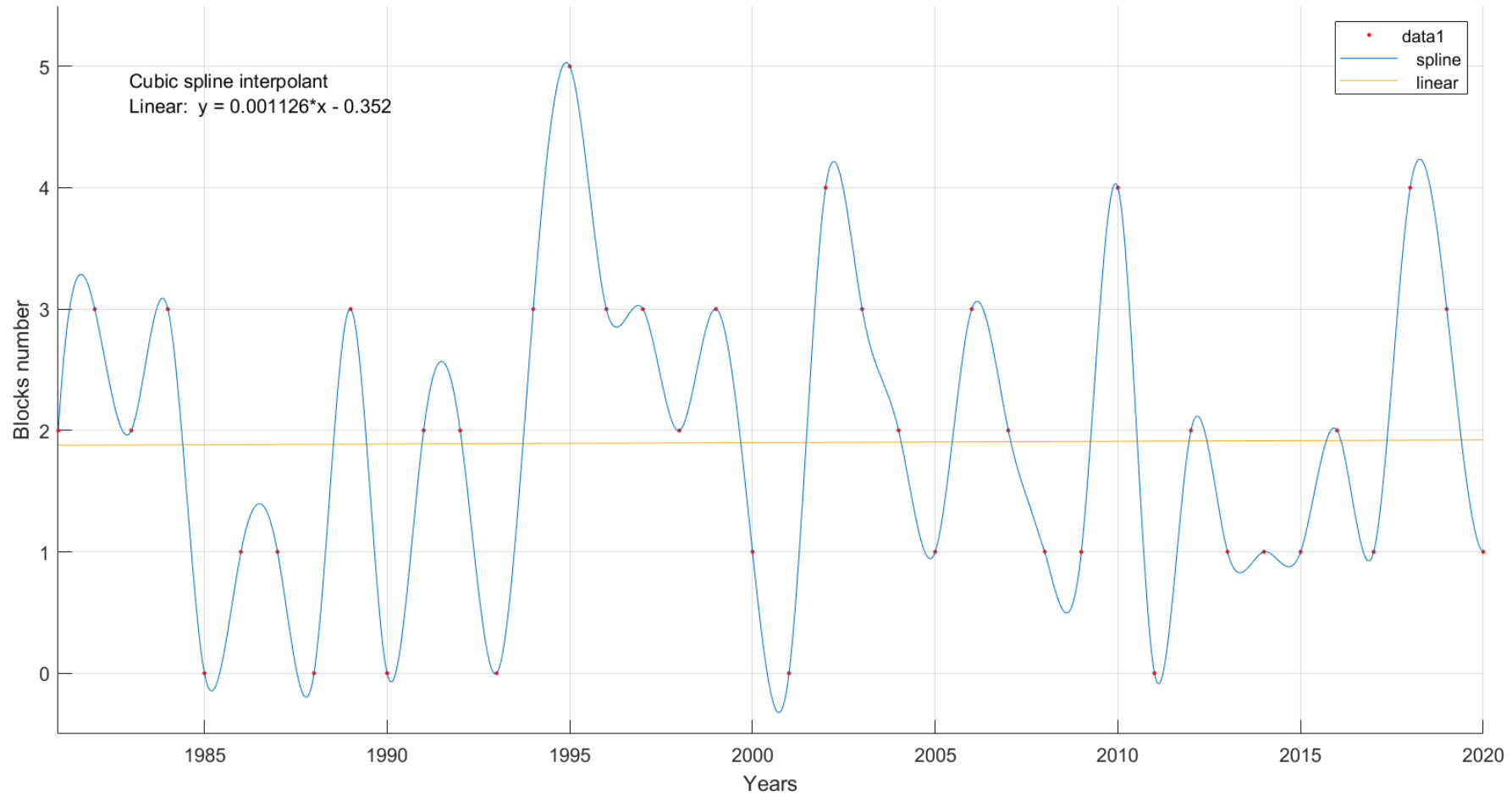
Facebook: @ScottDuncanWY
Instagram: @ScottDuncanWY
Twitter: @ScottDuncanWY



STRENGTHENING CULTURAL HERITAGE RESILIENCE FOR CLIMATE CHANGE

WHERE THE EUROPEAN GREEN DEAL
MEETS CULTURAL HERITAGE

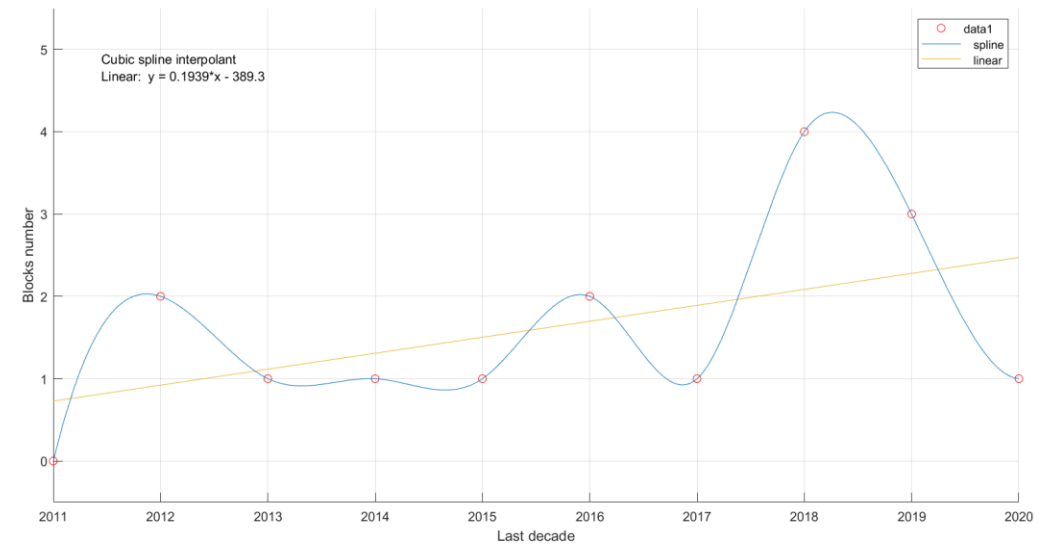
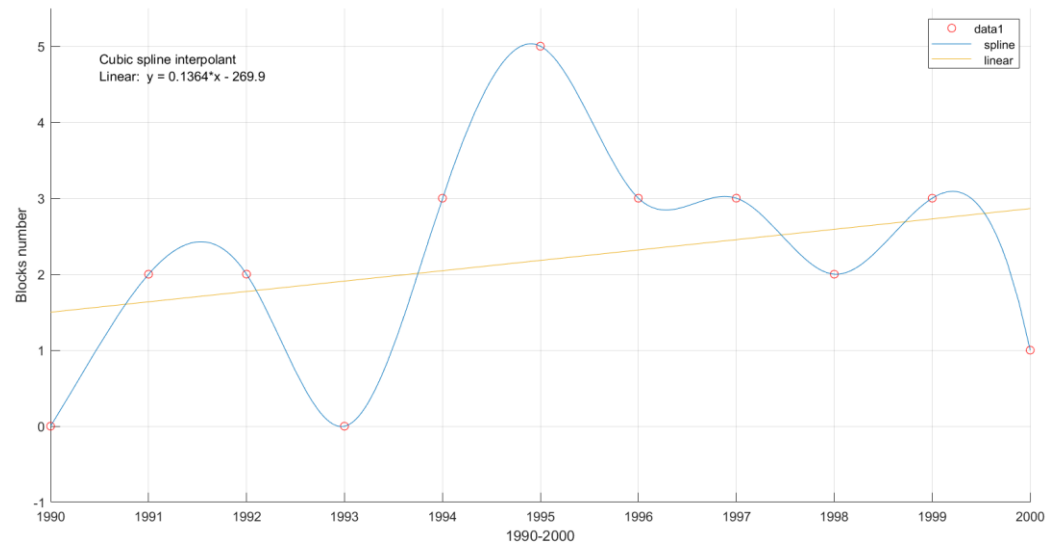
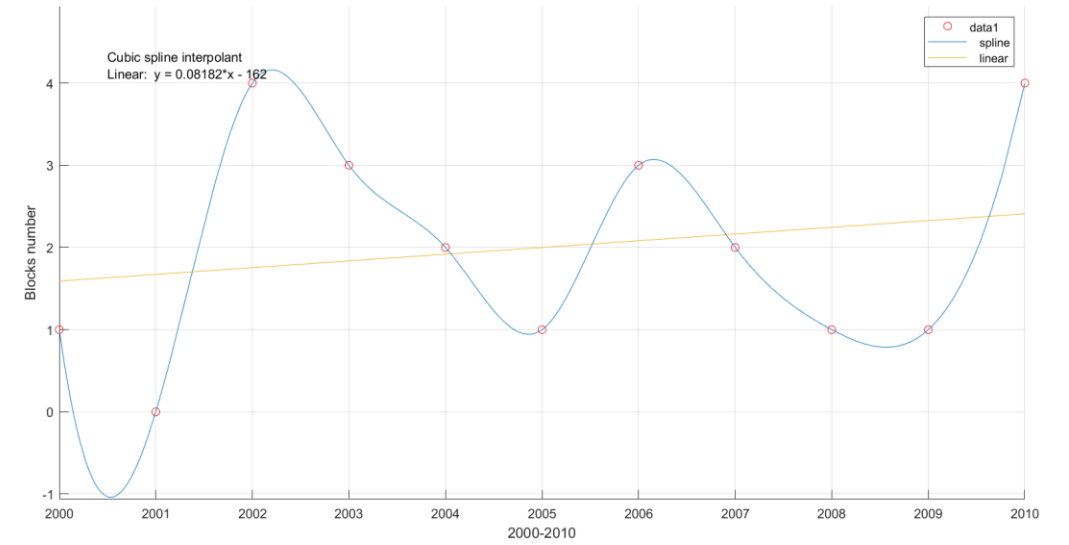
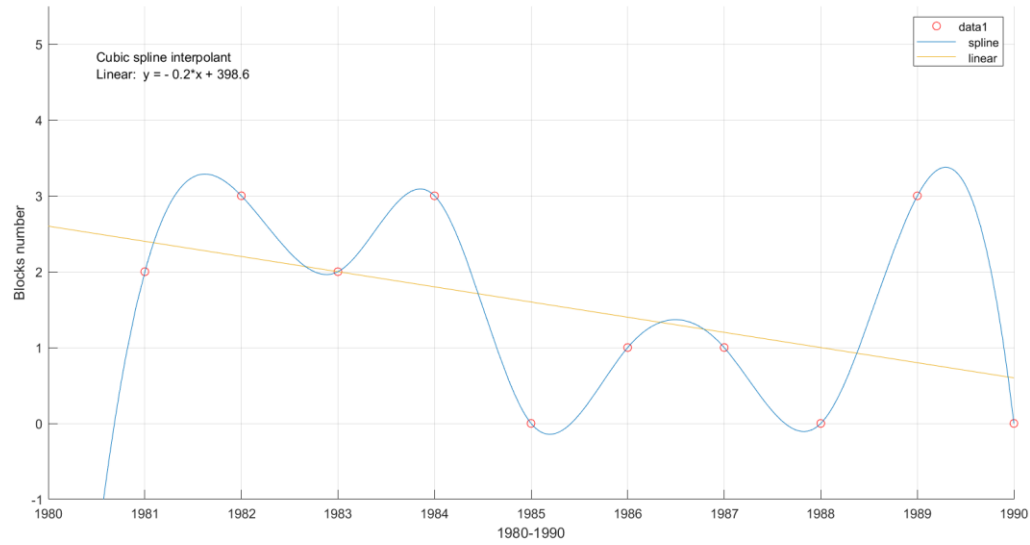
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ



Σχήμα 1.

- Περιοδικότητα διακύμανσης
- Σταθερή συχνότητα εκδήλωσης Ωμέγα εμποδισμών

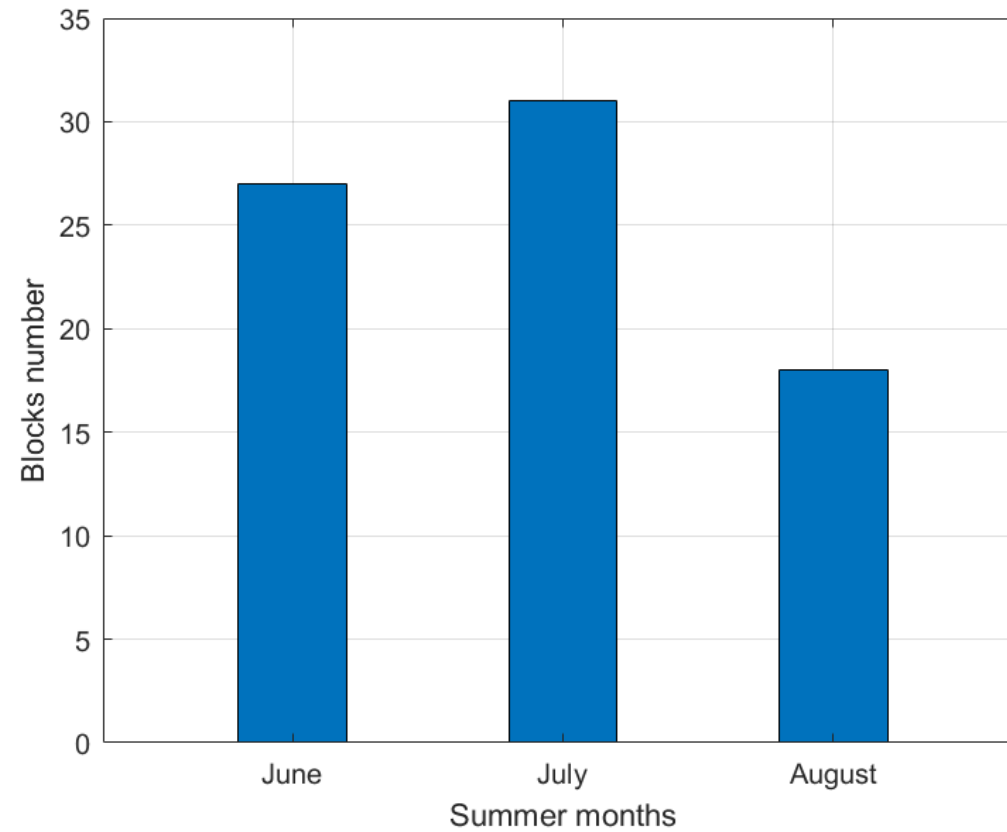
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΑ 10 ΕΤΗ



Σχήμα 2.

- Η μεγαλύτερη αύξηση διακρίνεται την τελευταία δεκαετία

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΩΜΕΓΑ ΕΜΠΟΔΙΣΜΩΝ



Σχήμα 3.

- Περισσότερα γεγονότα → Ιούλιος

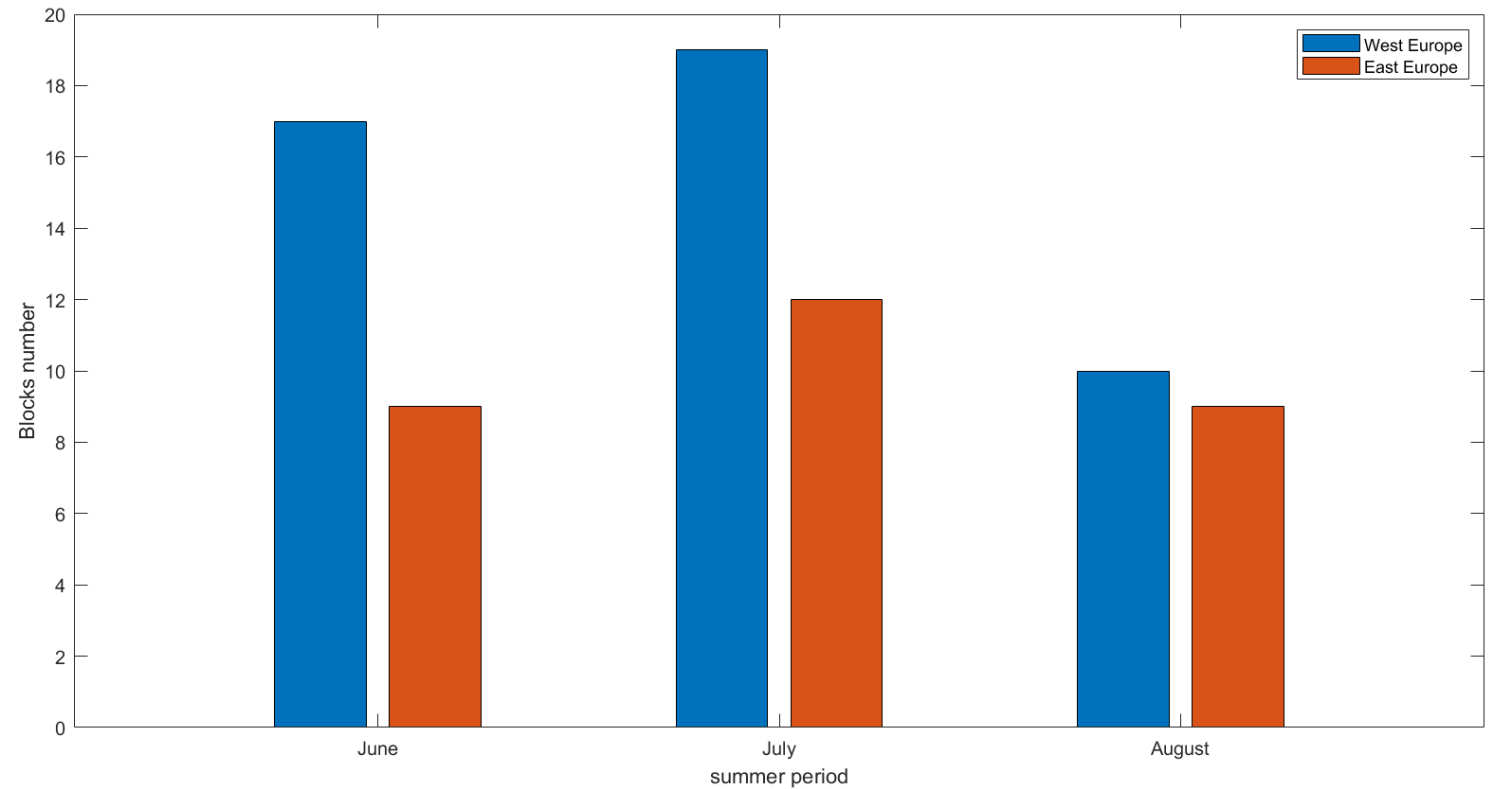
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΩΜΕΓΑ ΕΜΠΟΔΙΣΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Δυτική Ευρώπη: 22° W - 20° E

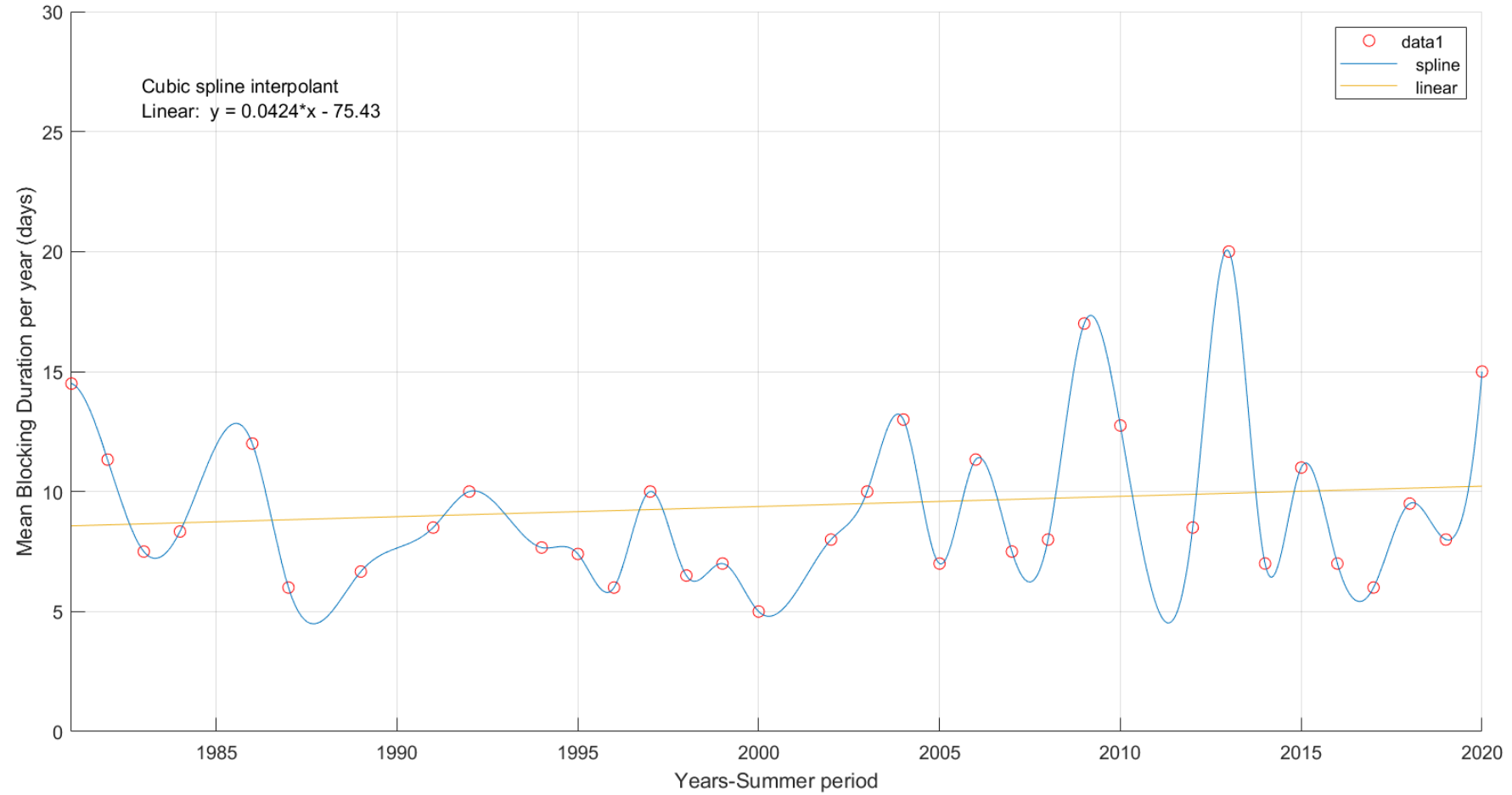
Ανατολική Ευρώπη: 20° E - 45° E

Δυτική Ευρώπη: 61 % των γεγονότων

- Ηνωμένο Βασίλειο: 17 %
- Σκανδιναβία: 29 %
- Υπόλοιπη δυτική ή κεντρική Ευρώπη: 30 %



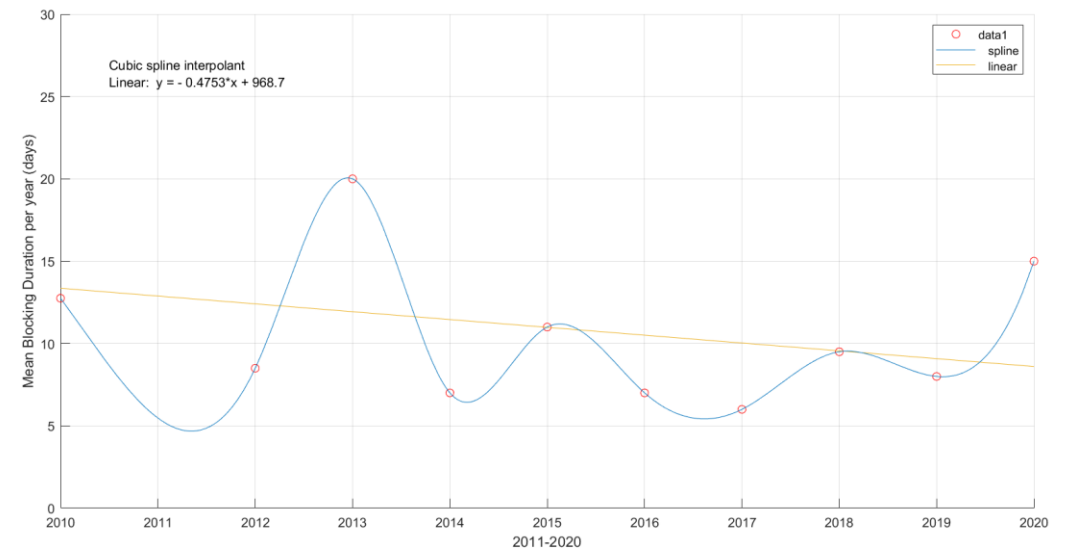
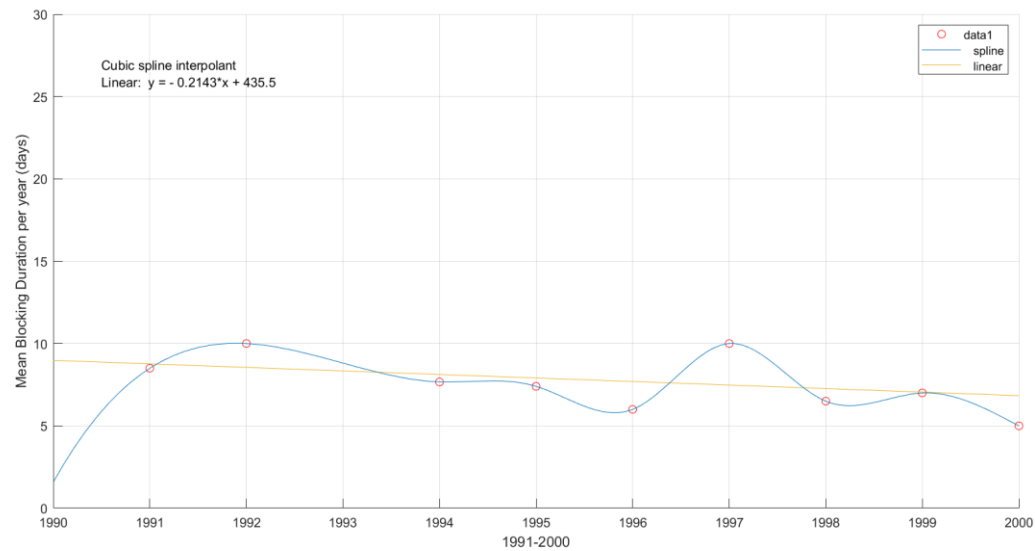
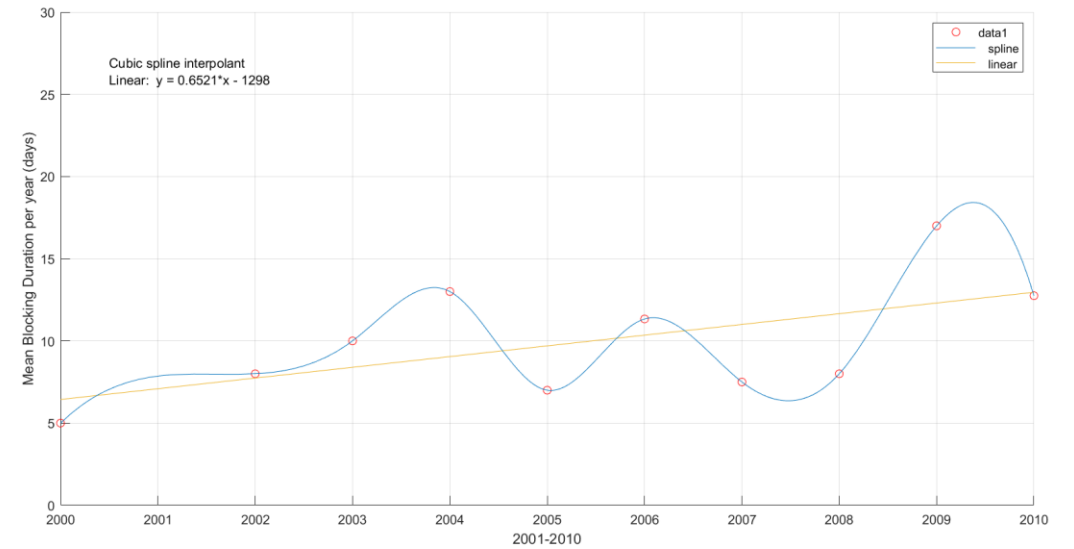
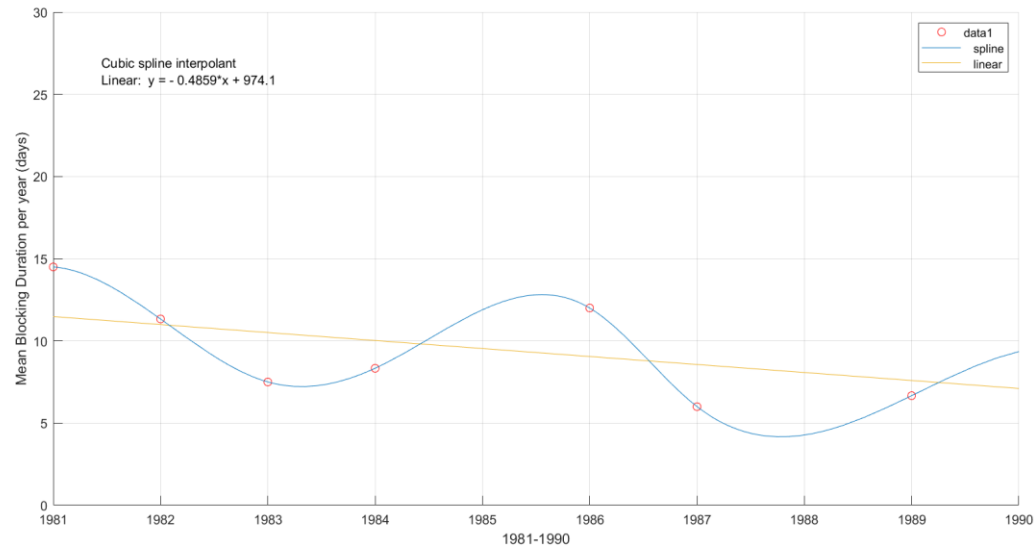
Σχήμα 4.



Σχήμα 5.

- **Απότομη άνοδος στο χρονικό διάστημα από το 2005 έως το 2015**

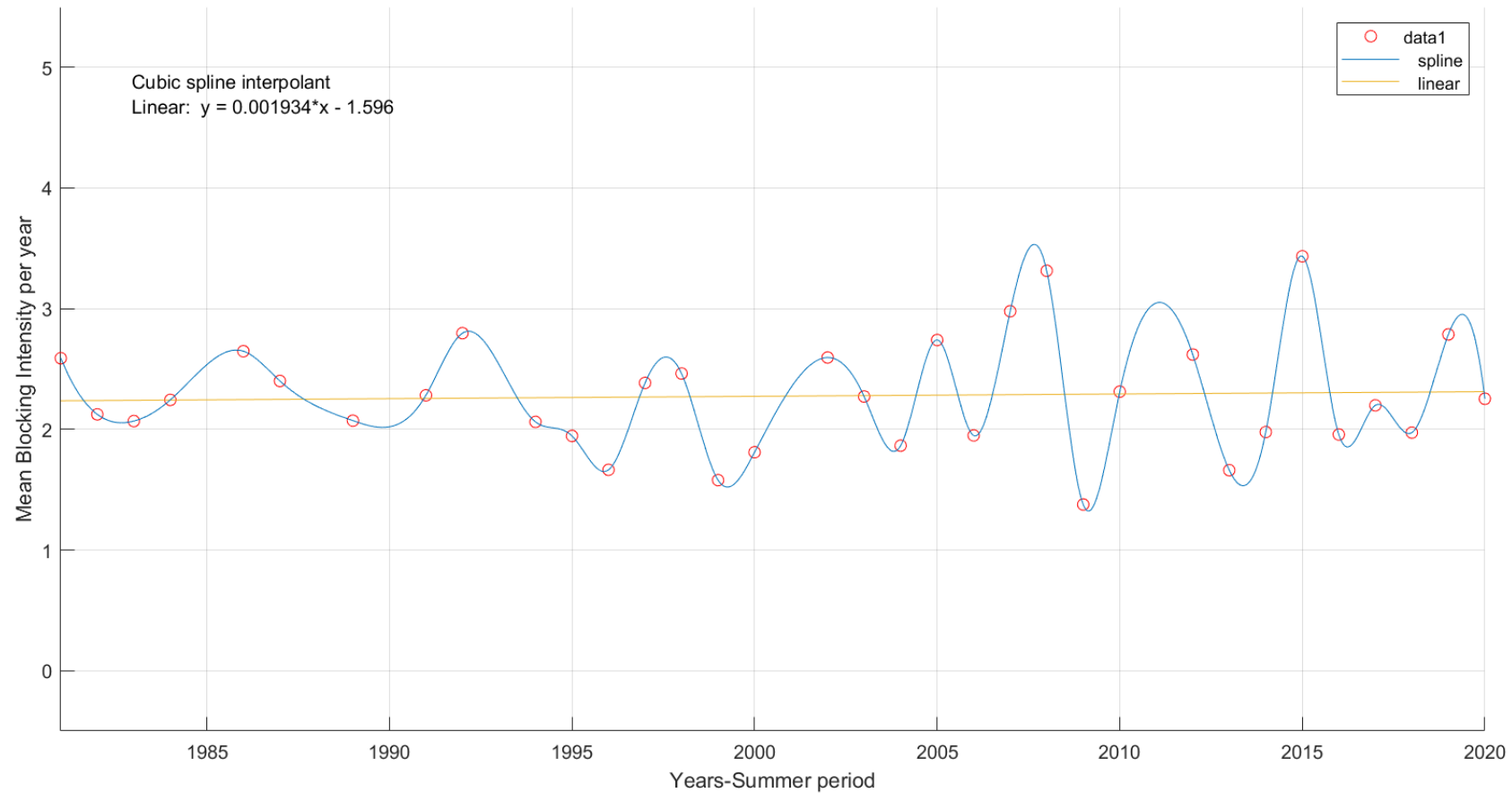
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΑΝΑ 10 ΕΤΗ



Σχήμα 6.

- Αύξηση διακρίνεται την χρονική περίοδο 2001 - 2010

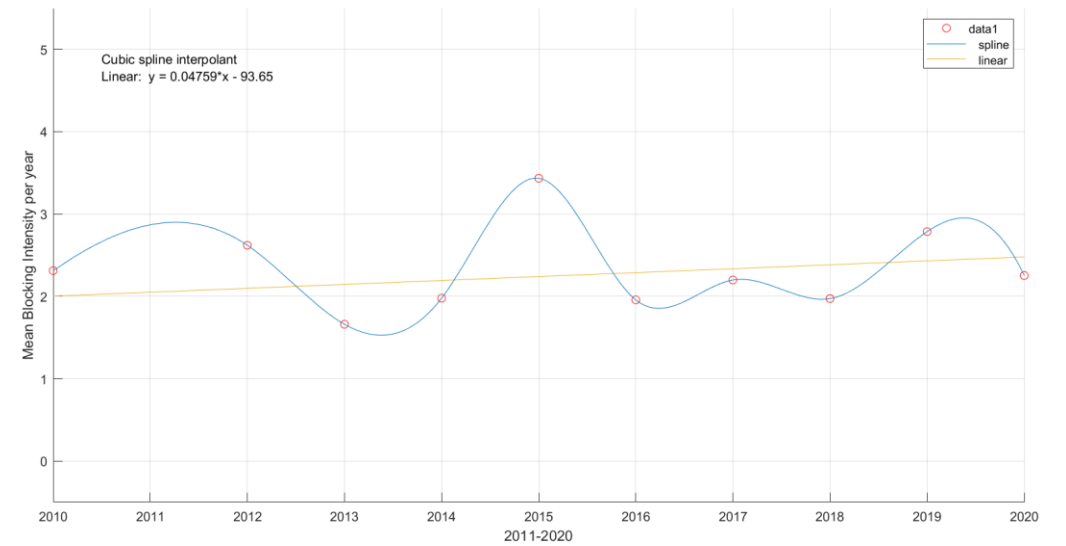
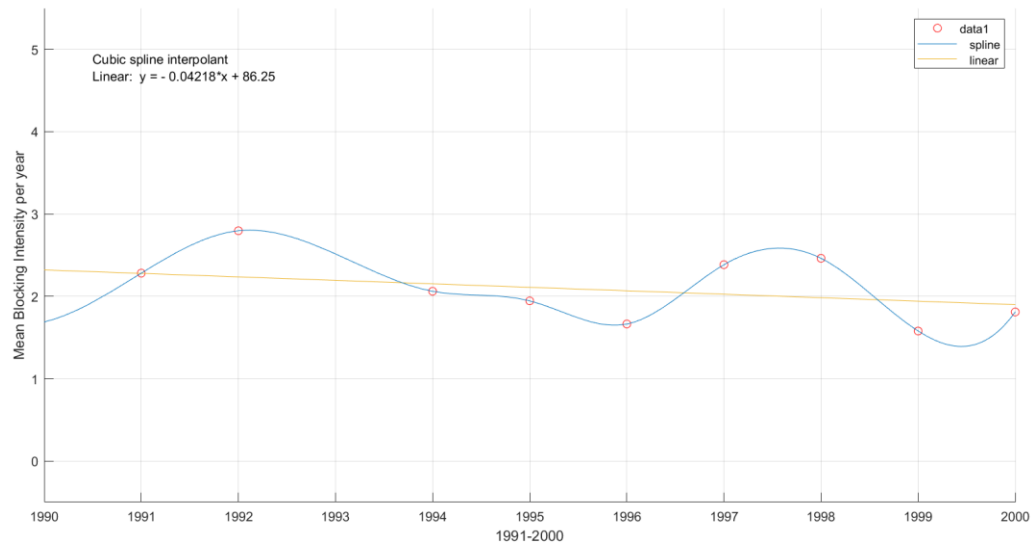
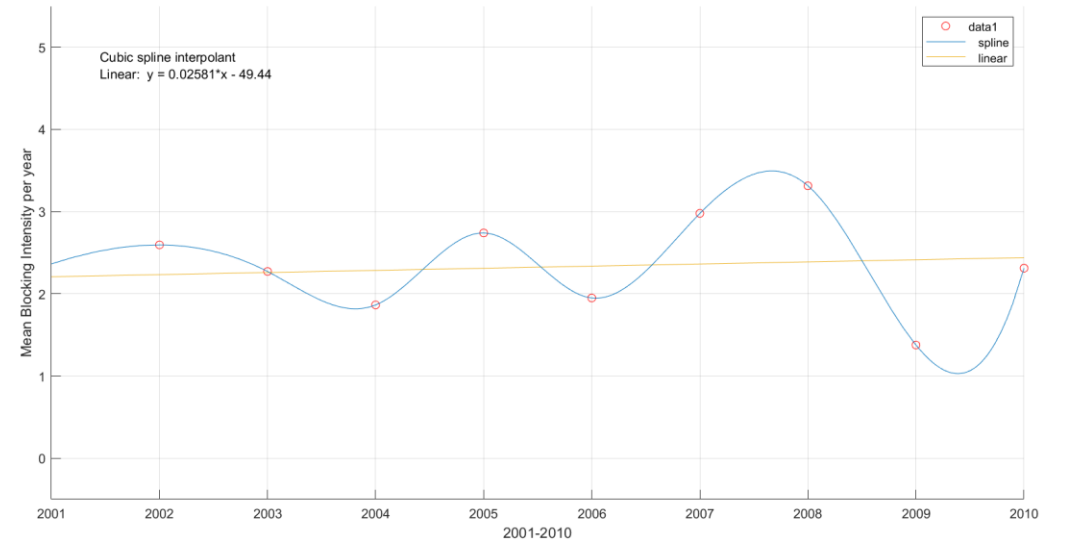
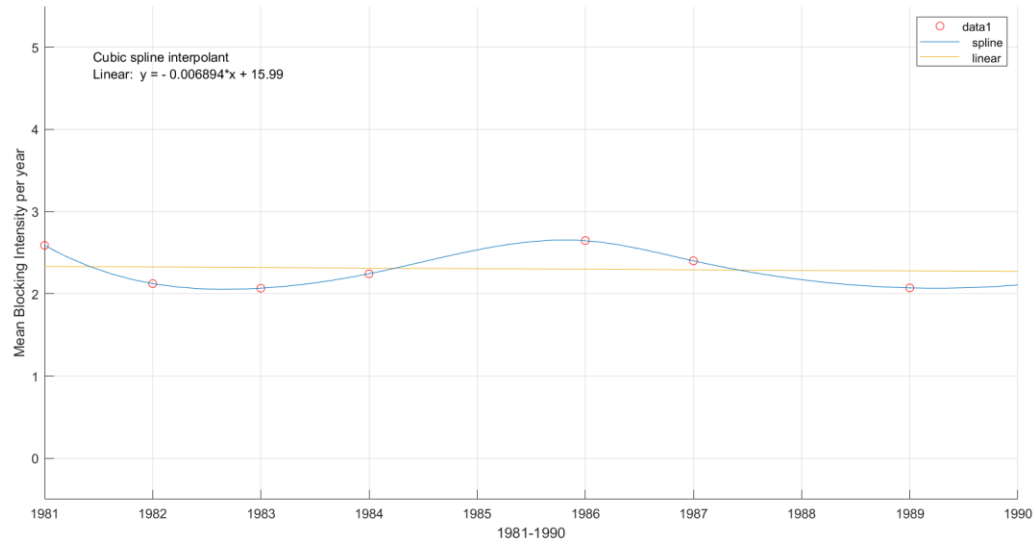
ΕΝΤΑΣΗ



Σχήμα 8.

- Οι μεγαλύτερες τιμές (> 3.0) συναντώνται κυρίως μετά το 2000 όλο και πιο συχνά.
- Δεν προκύπτει ιδιαίτερη συσχέτιση (ασθενής θετική) μεταξύ της διάρκειας και της έντασης των συστημάτων Ωμέγα εμποδισμού.
- Εντονότερη διακύμανση της μέσης τιμής της έντασης τα τελευταία 15 έτη.

ΕΝΤΑΣΗ ΑΝΑ 10 ΕΤΗ

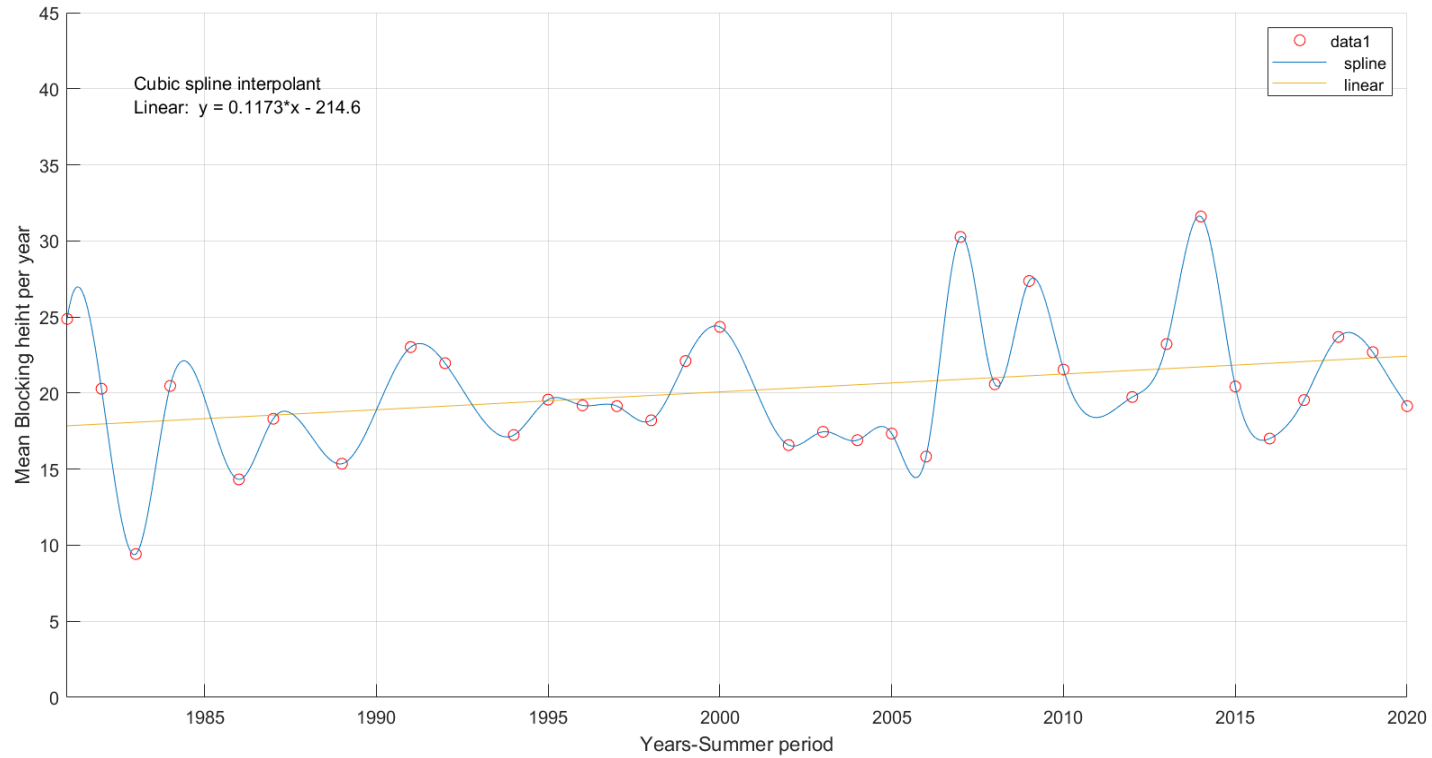


Σχήμα 9.

- Μέση ένταση: 2,23
- Φανερή η ανοδική τάση από το 2001 και έπειτα

ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΕΚΤΑΣΗ

$$d_{LHL} = \text{lat}_H - (\text{lat}_{L1} + \text{lat}_{L2})/2$$



Σχήμα 11.

Διαφάνειες 32-40. Ηλιάνα Κουτσούπη, Τομέας Φυσικής
Περιβάλλοντος, 2023