

Μετεωρολογία - Καιρός και Ασφάλεια Πτήσεων

Δημήτρης Ζιακόπουλος
Μαθηματικός-Μετεωρολόγος ΕΜΥ

Αθήνα, 14-4-2011

Θεόφραστος

«Περί σημείων, υδάτων και πνευμάτων και χειμώνων και ευδιών» (3^{ος}-4^{ος} π.Χ. αιώνας)



Προγνωστικά σημεία:

80 για βροχή

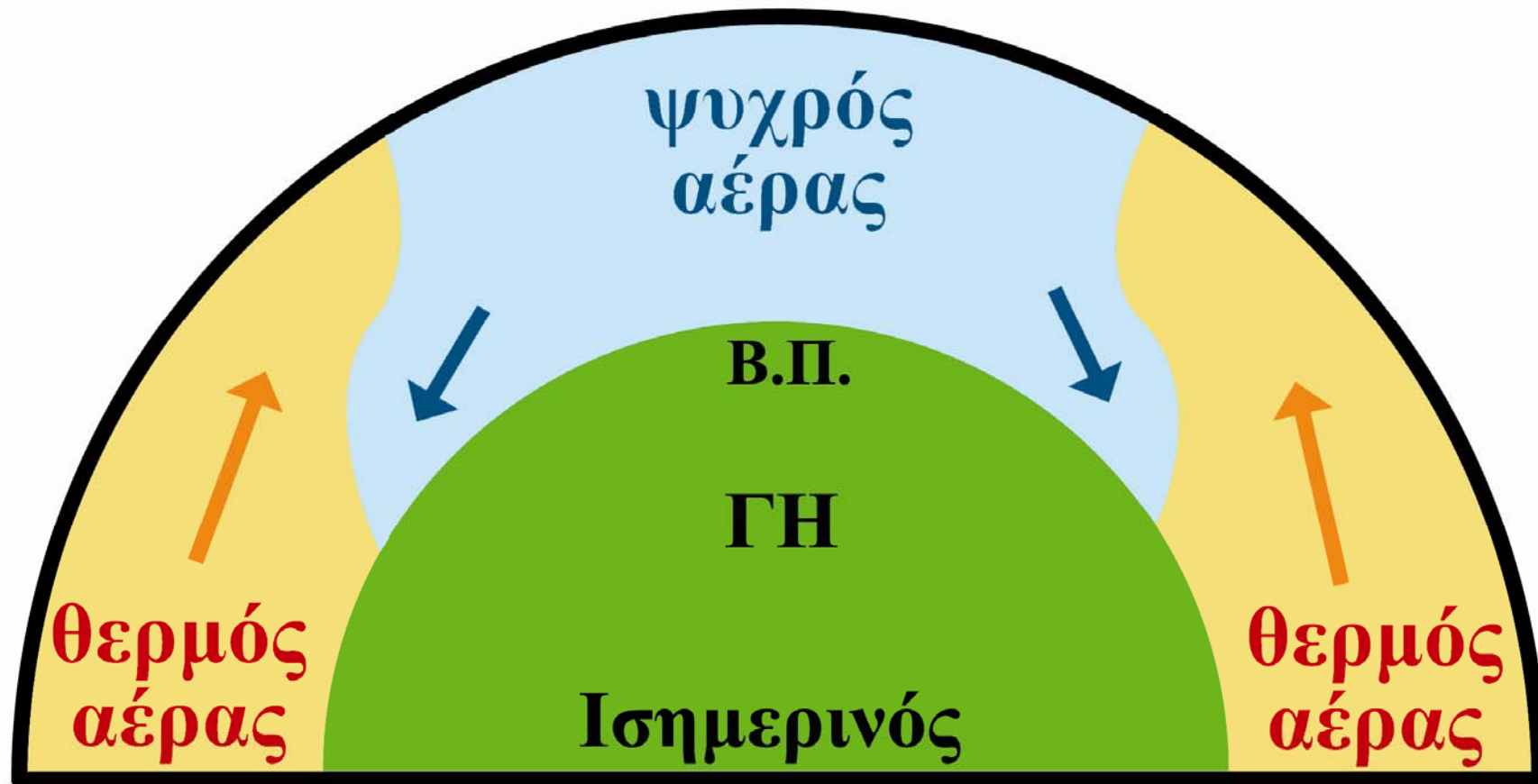
45 για ανέμους

24 για καλοκαιρία

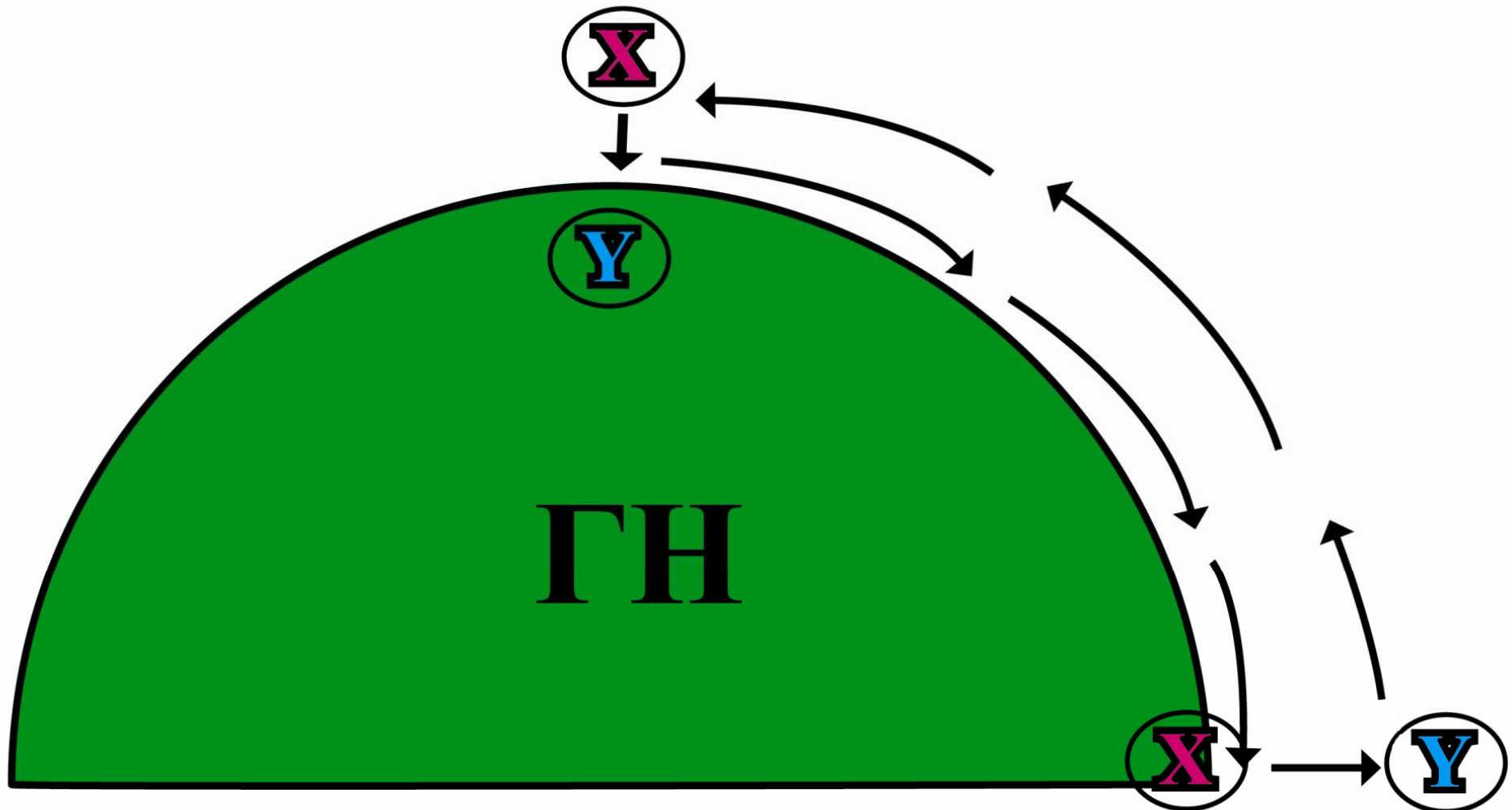
7 για ετήσιες προγνώσεις

(Μείγμα πρακτικής πρόβλεψης καιρού, που έχει επιστημονική βάση και λαϊκής παράδοσης)

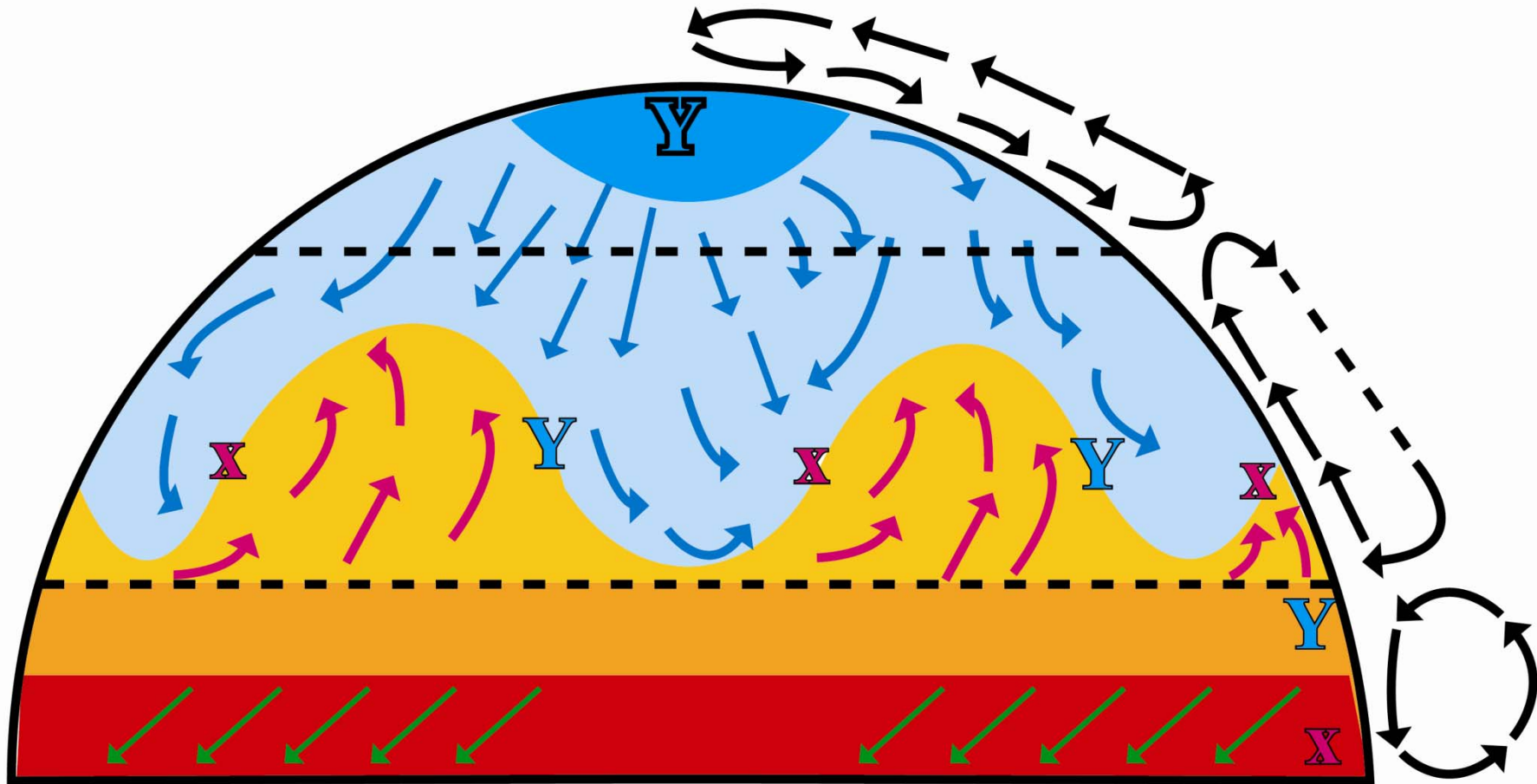
Η αέναη διαδικασία αποκατάστασης θερμικής ισορροπίας στην ατμόσφαιρα της γης



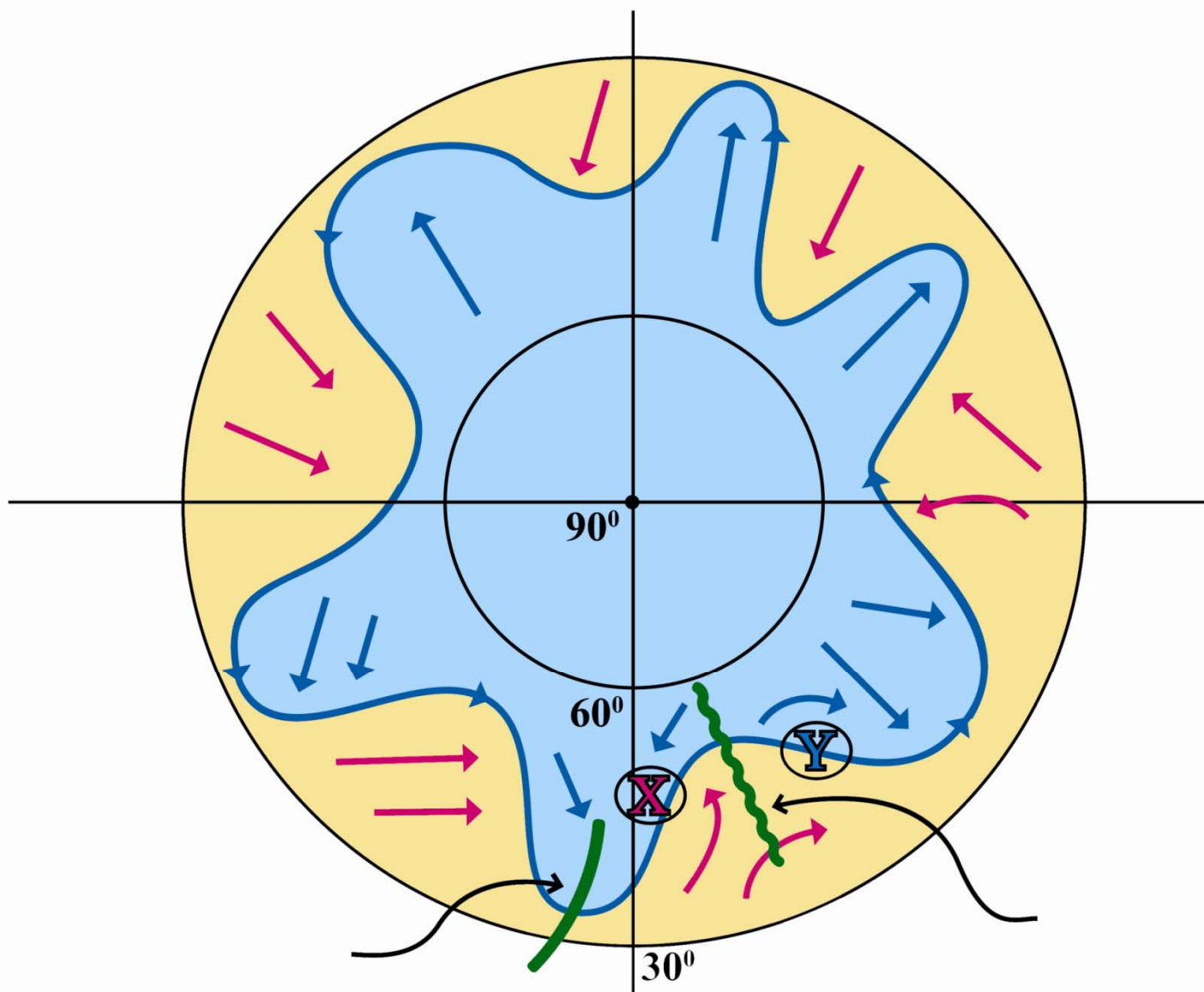
Πρότυπο ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας ενός κυττάρου



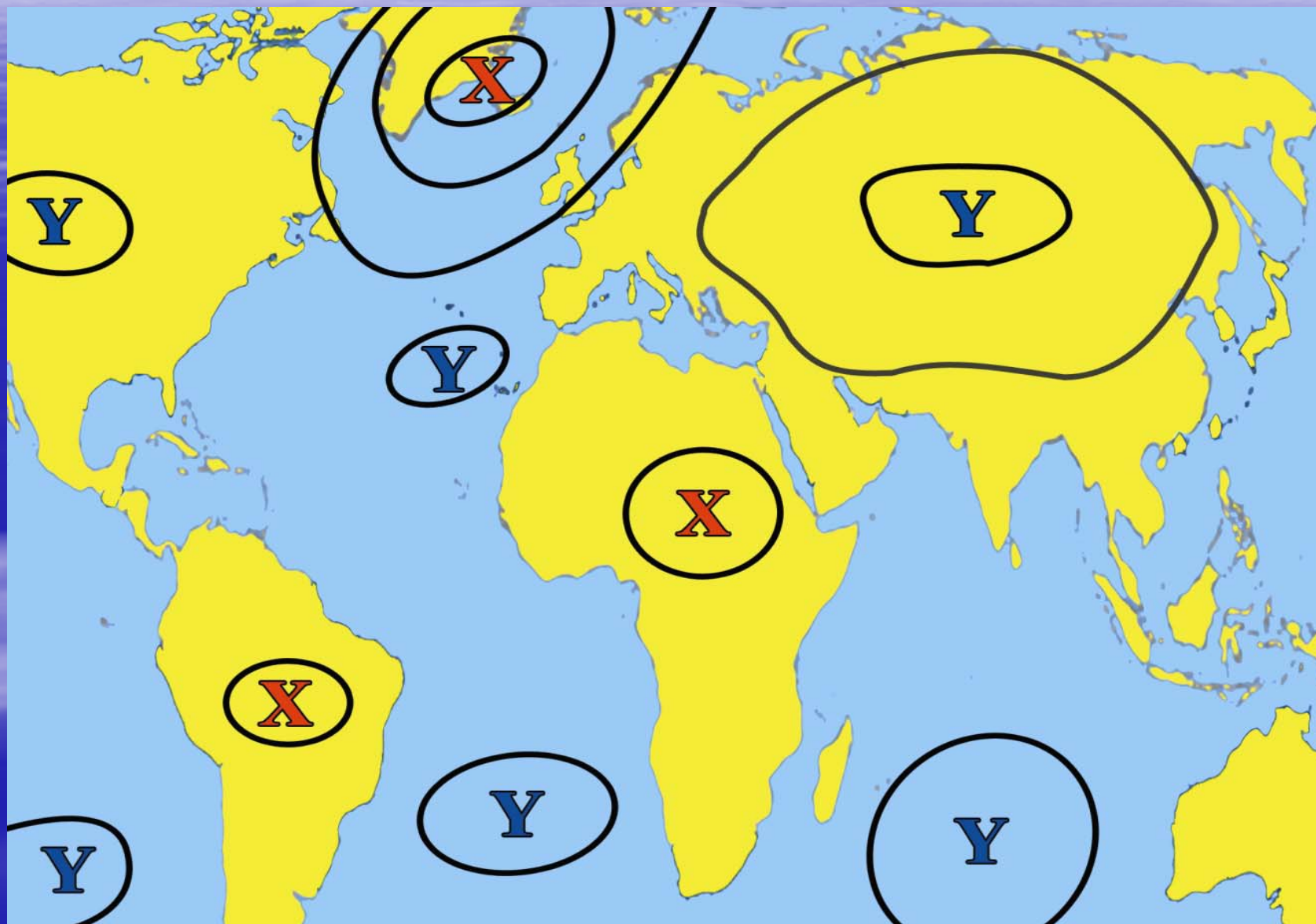
Πρότυπο ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας τριών κυττάρων



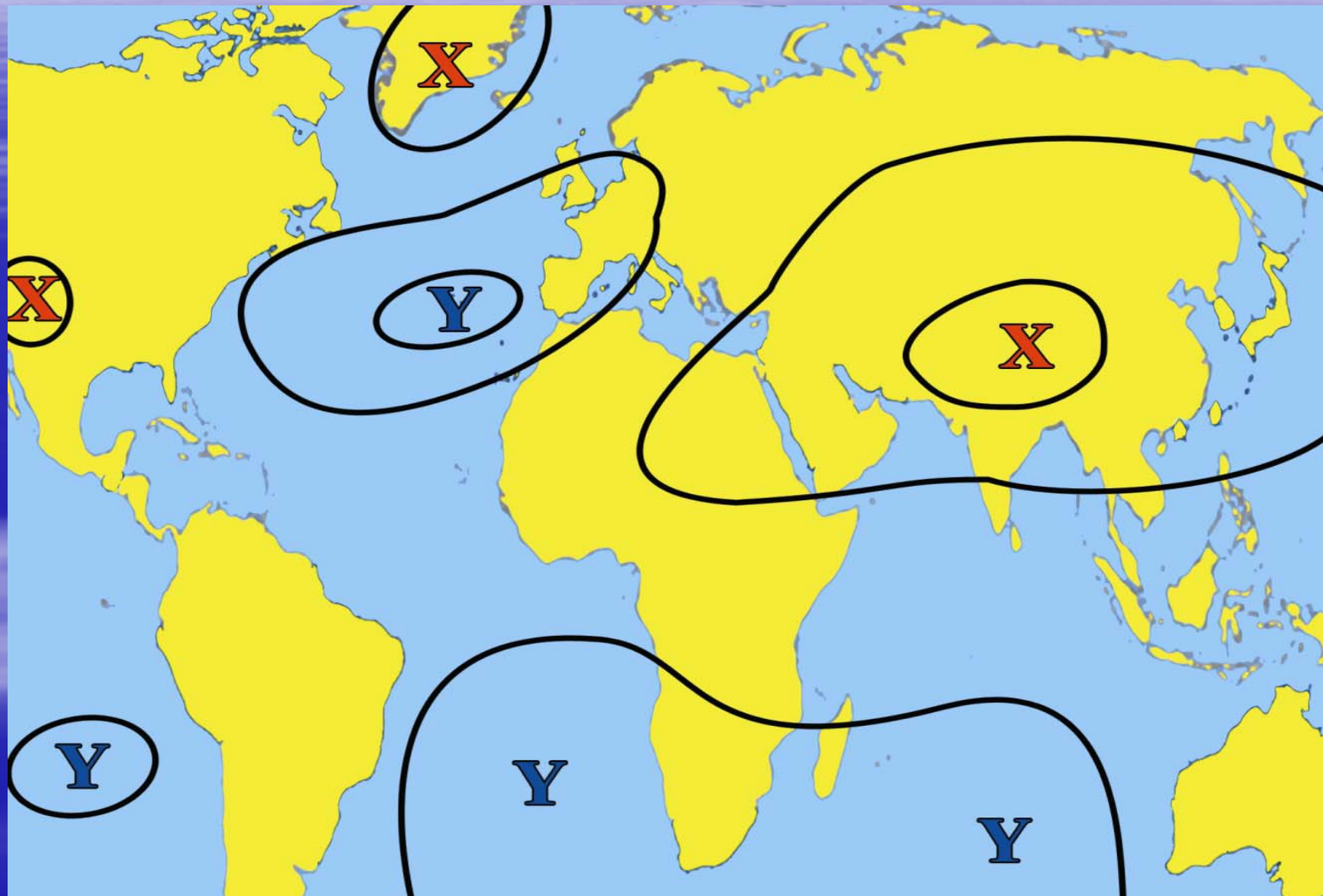
Τυπική εικόνα πλανητικών κυμάτων το χειμώνα στο βόρειο ημισφαίριο



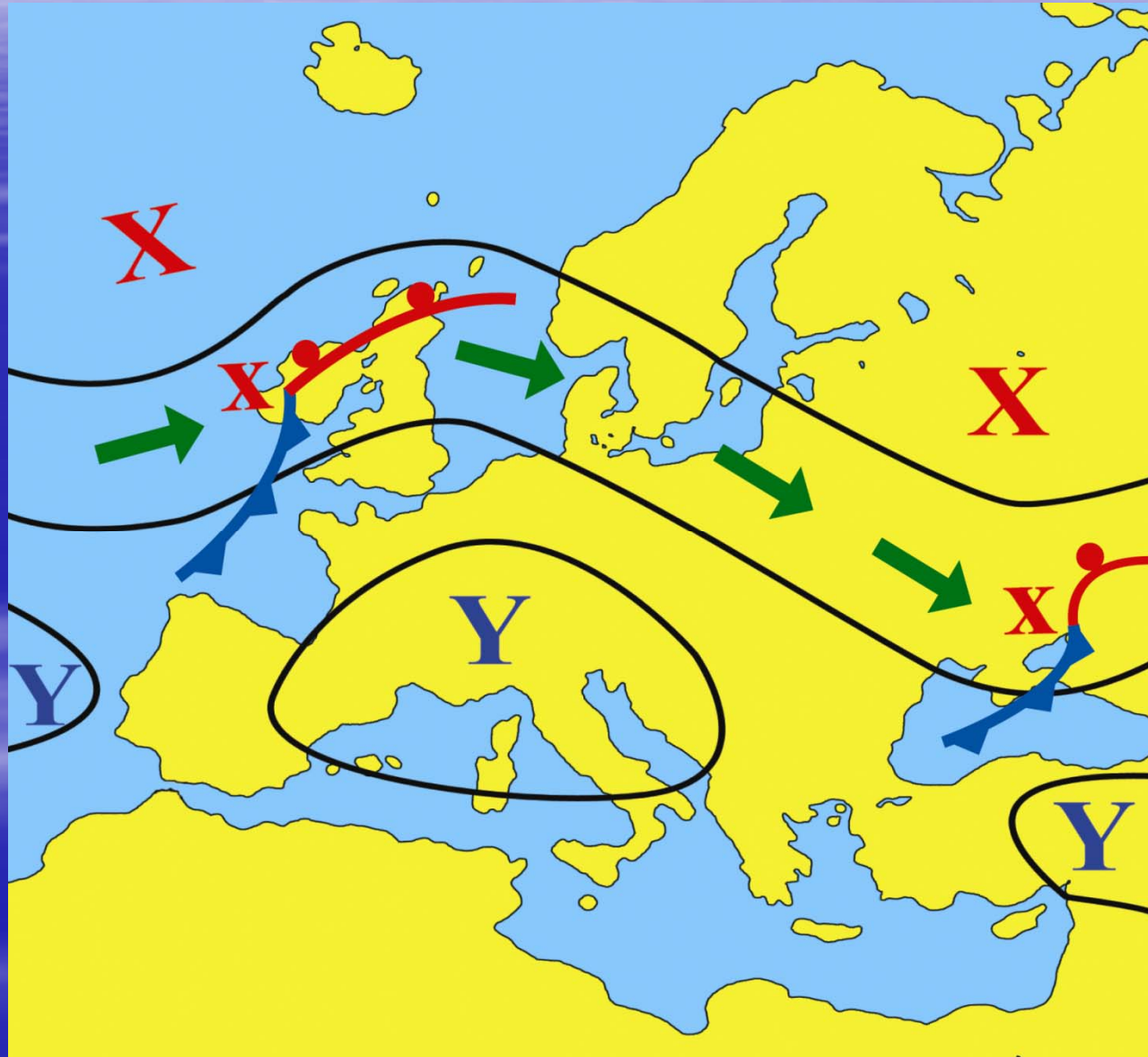
Τα ημιμόνιμα βαρομετρικά συστήματα το χειμώνα



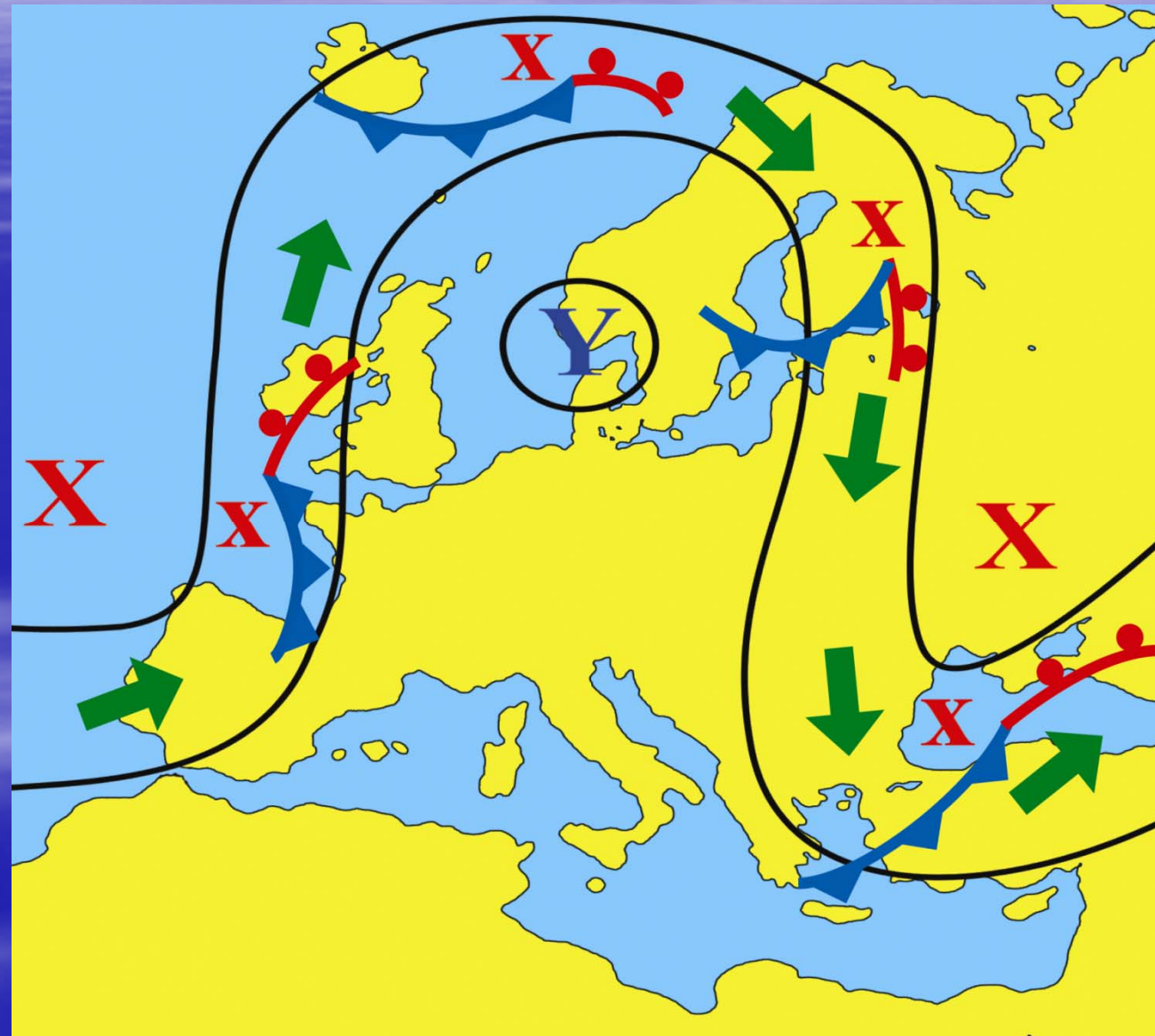
Τα ημιμόνιμα βαρομετρικά συστήματα το καλοκαίρι



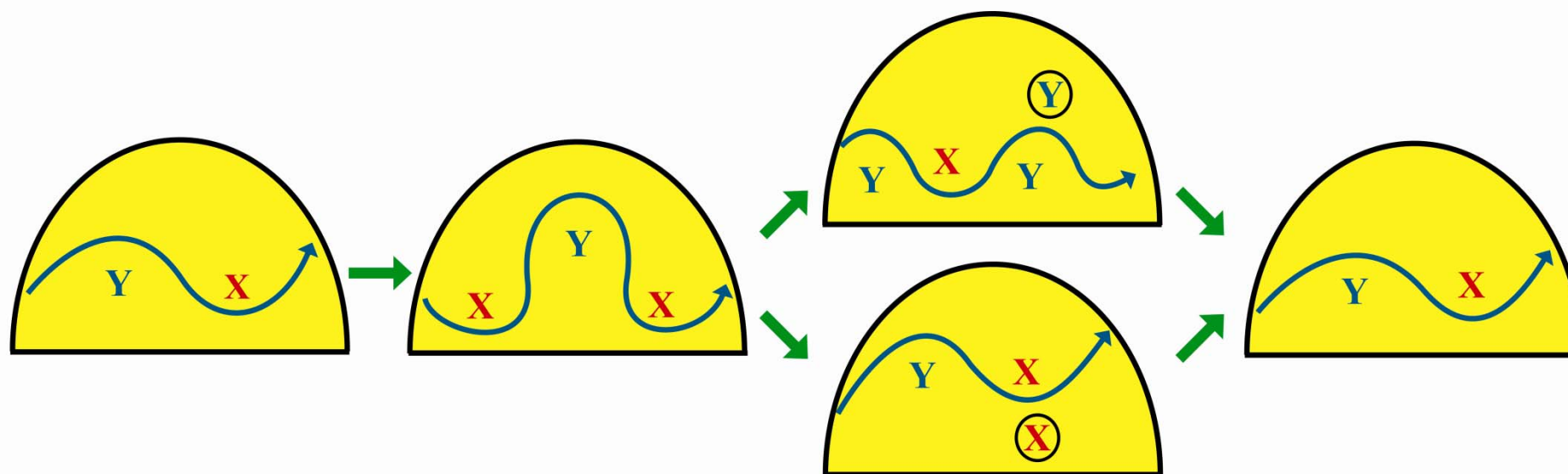
Ζωνική ροή



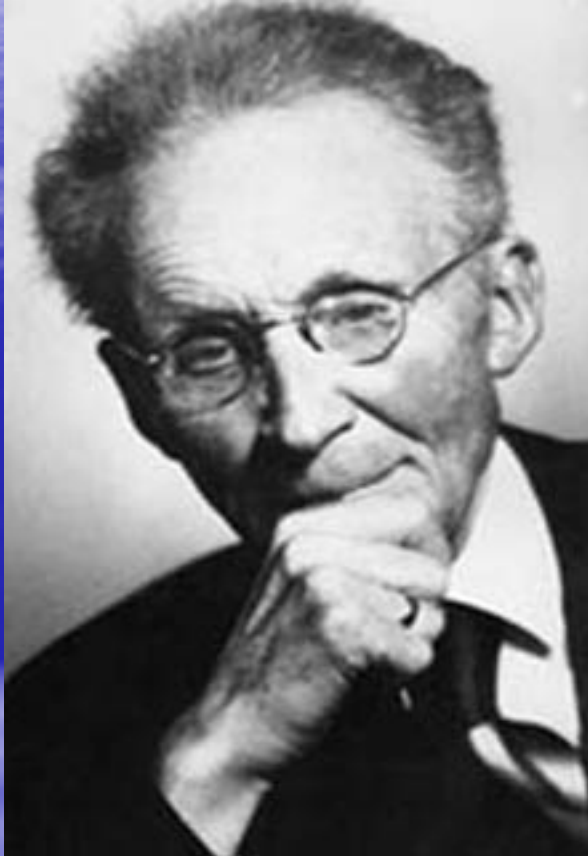
Μεσημβρινή ροή



Μετατροπές της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας

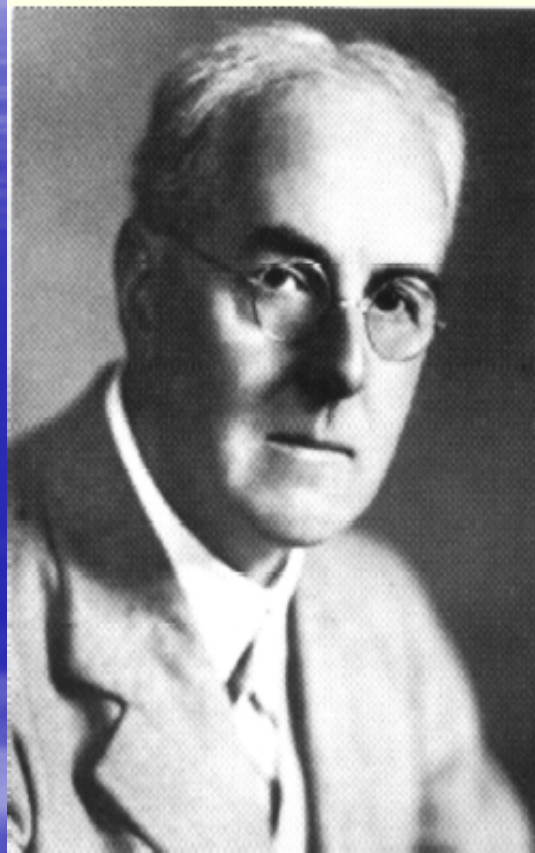


1904



**Vilhelm Bjerknes
(1862-1951)**

1922



**Lewis Fry Richardson
(1881-1953)**

1950



**John von Neumann
1903-1957**

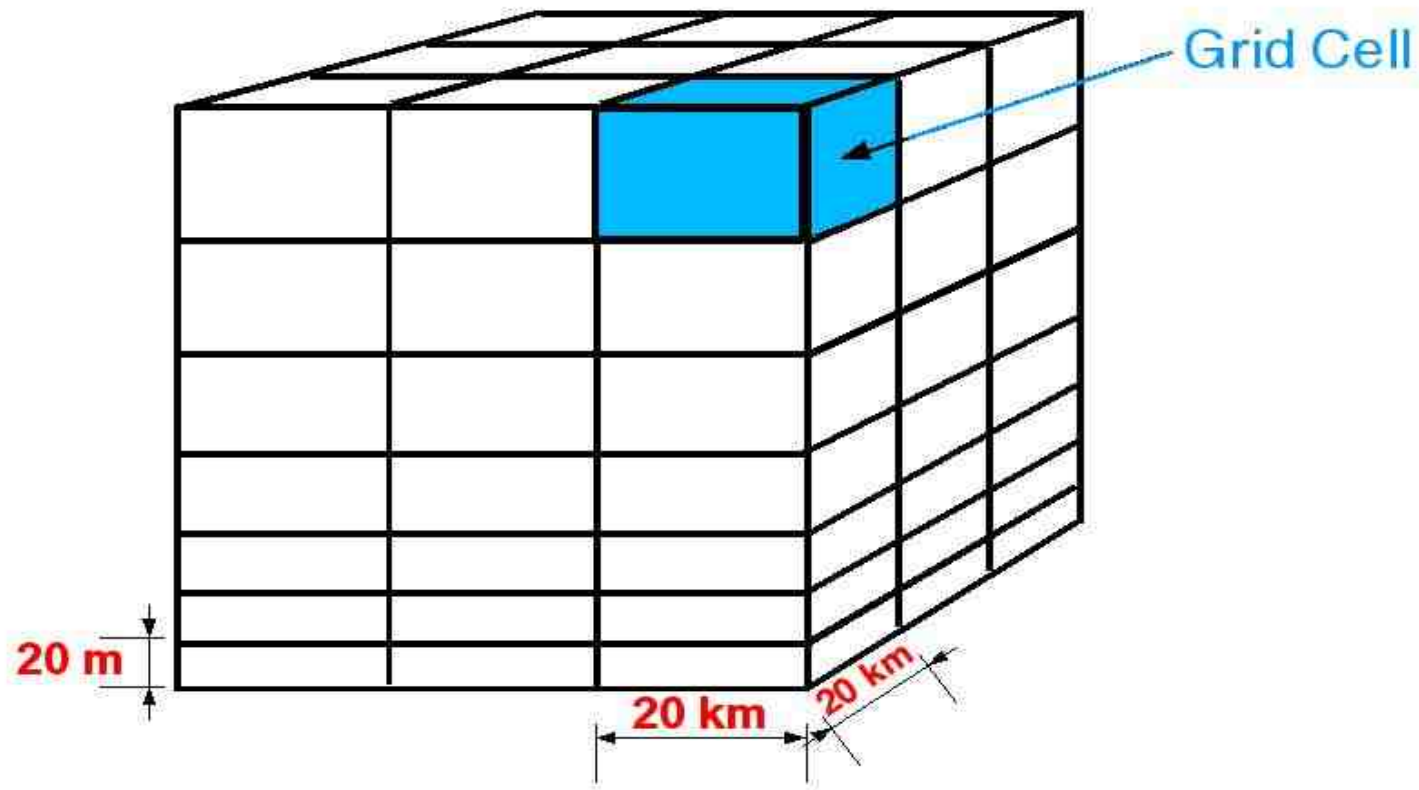
Η αριθμητική πρόγνωση καιρού

- Vilhelm Bjerknes, 1904: Είδε την πρόγνωση του καιρού σαν πρόβλημα καθορισμού αρχικών συνθηκών και επίλυσης των εξισώσεων – νόμων, με τους οποίους αλλάζουν οι αρχικές συνθήκες.
- Lewis Fry Richardson, 1922: Η πρώτη αριθμητική πρόγνωση καιρού. Πρόβλημα υπήρχε, στη γρήγορη εκτέλεση των αριθμητικών πράξεων (υπολογισμών).
- John von Neumann, 1950: Από την προσομοίωση των εκρήξεων των ατομικών όπλων, στην προσομοίωση της κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας. Ο Η/Υ, που τόσο έλειπε στον Richardson, είχε εφευρεθεί και σε αυτό είχε συμβάλει τα μέγιστα, ο ίδιος ο Neumann.

Οι κυψέλες ατμοσφαιρικού αέρα

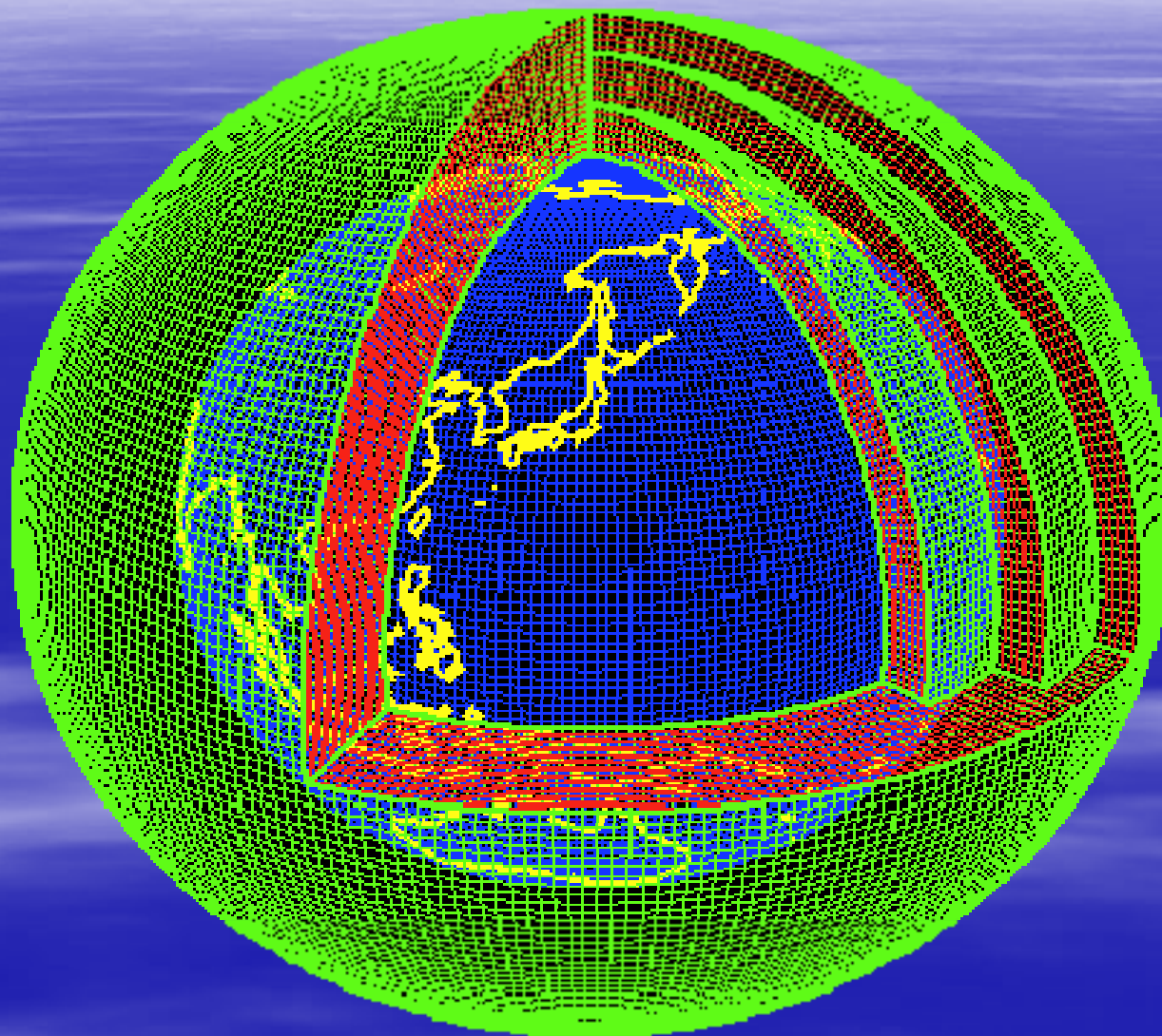
MODEL GRID RESOLUTION

Limits prediction precision – grid cell *average* predicted



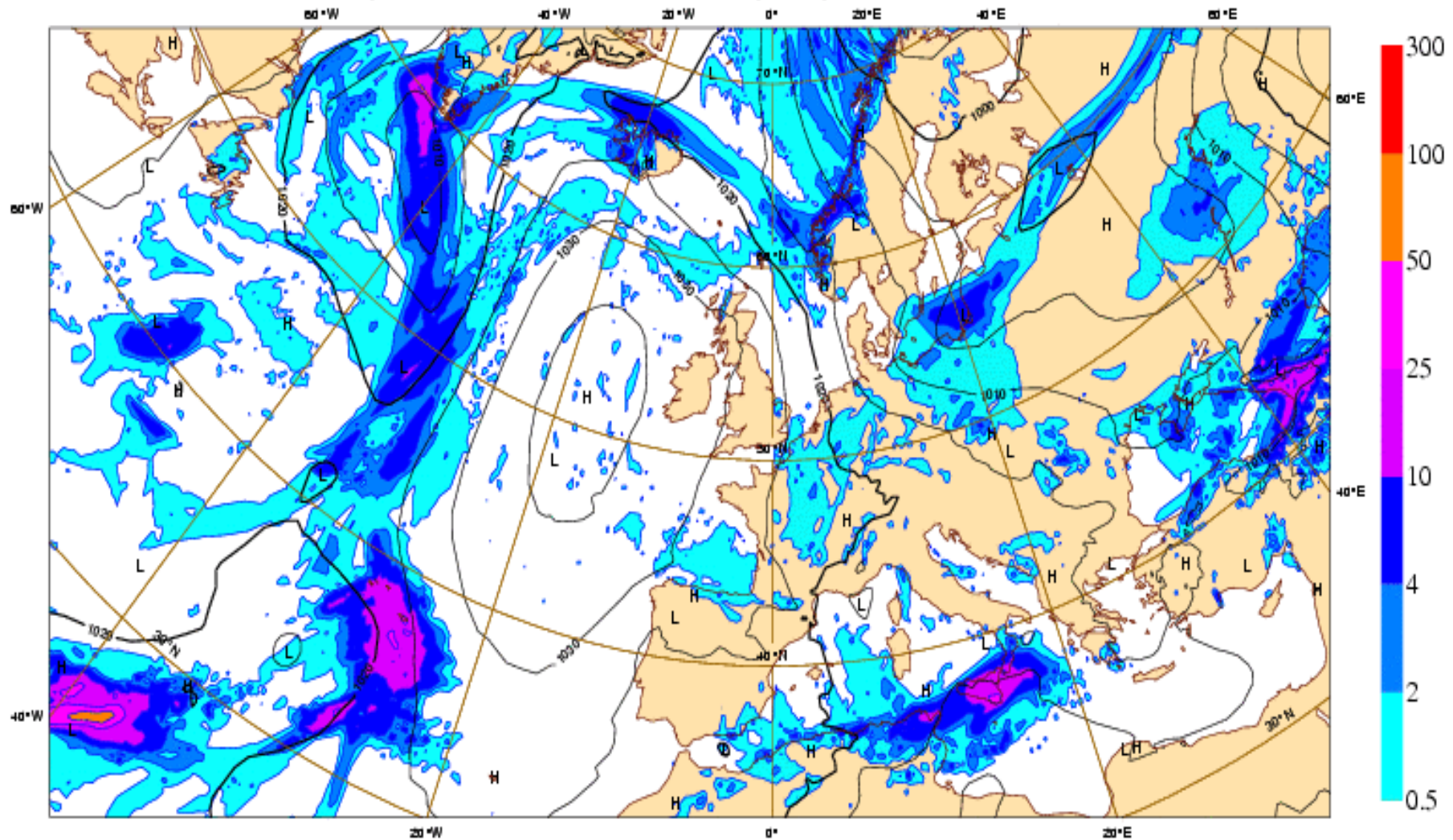
Topography resolution effectively twice as coarse as grid resolution

Το τρισδιάστατο πλέγμα σημείων

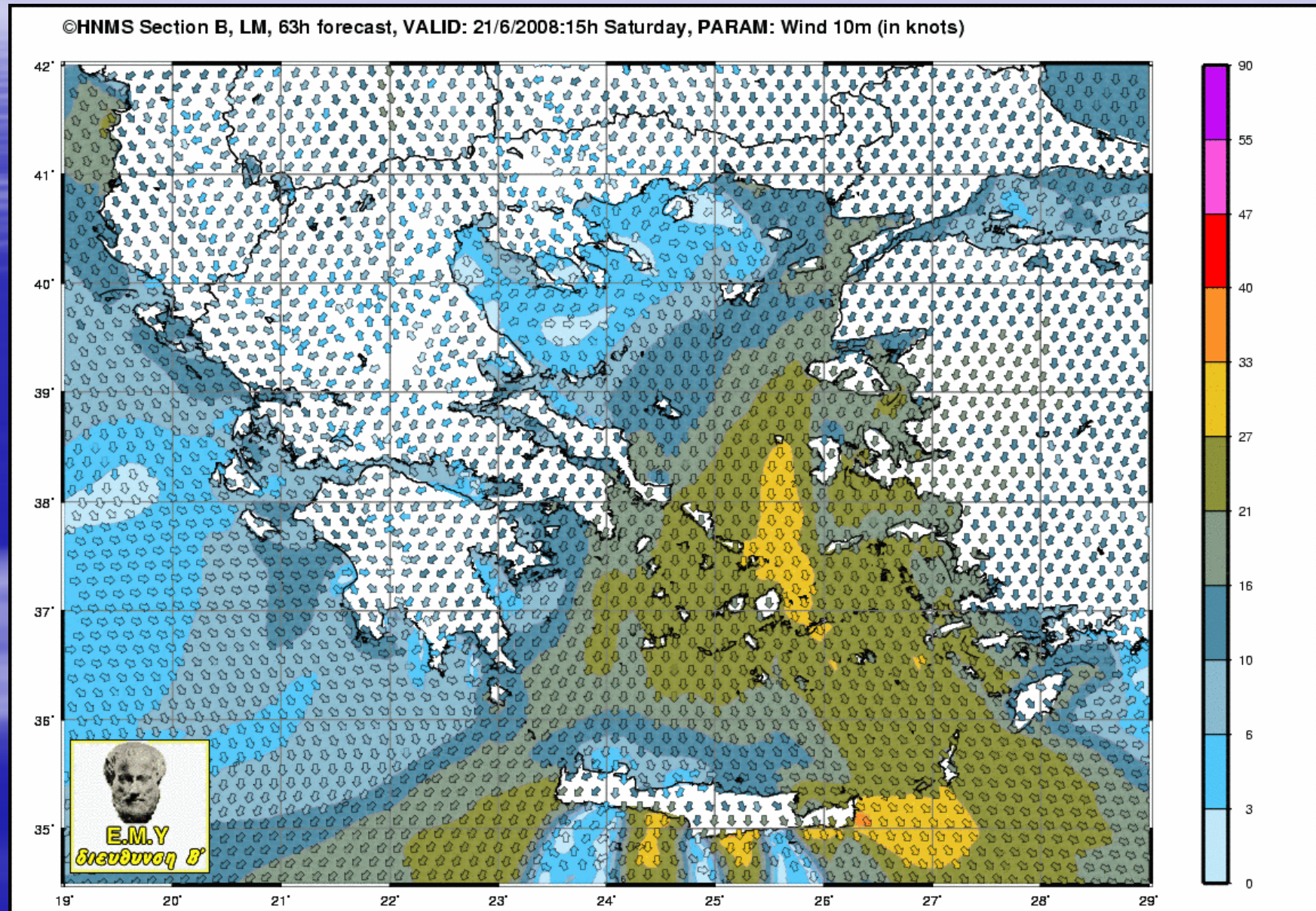


Πρόγνωση υετού από το πλανητικό μοντέλο του ΕΚΜΠΚ (διακριτική ικανότητα 16 χιλιόμετρα)

Wednesday 10 March 2010 12UTC ©ECMWF Forecast t+060 VT: Saturday 13 March 2010 00UTC
Surface: Mean sea level pressure / 12hr Accumulated precipitation (VT-6h/VT+6h)



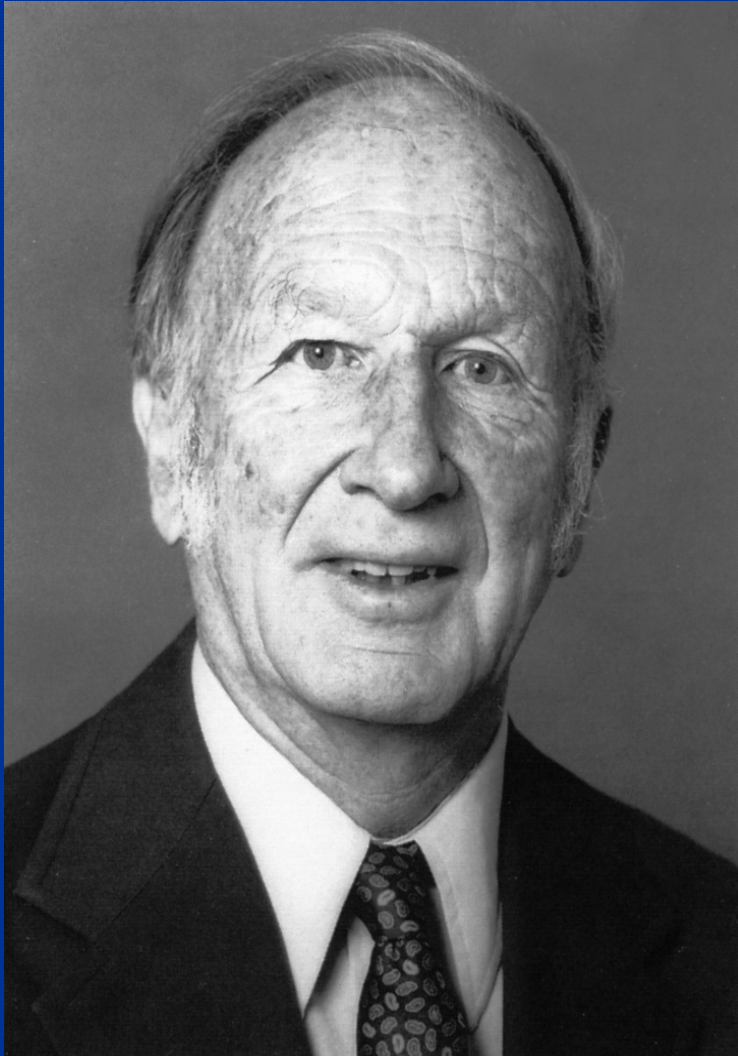
Πρόγνωση υετού από το περιοχικό μοντέλο COSMO της ΕΜΥ (διακριτική ικανότητα ~ 3 χιλιόμετρα)



Οι αδυναμίες των μοντέλων καιρού

- Οι εξισώσεις, λύνονται «τεμαχίζοντας» το χώρο και το χρόνο
- Ανεπάρκεια παρατηρήσεων
- Λανθασμένες παρατηρήσεις
- Περιορισμός στο πλήθος των δεκαδικών ψηφίων
- Ανέφικτη η παραμετροποίηση όλων των φυσικών διαδικασιών, της ορογραφίας και της φύσεως του εδάφους
- Προσεγγιστική η λύση των εξισώσεων
- Χαοτική συμπεριφορά της ατμόσφαιρας

Edward Lorenz (1917 - 2008)



«Ένα χτύπημα από τα φτερά ενός γλάρου, μπορεί να αλλάξει για πάντα, τη μελλοντική πορεία του καιρού».

(Lorenz, 1963)

$$\dot{X} = -\sigma X + \sigma Y$$

$$\dot{Y} = -XZ + rX - Y$$

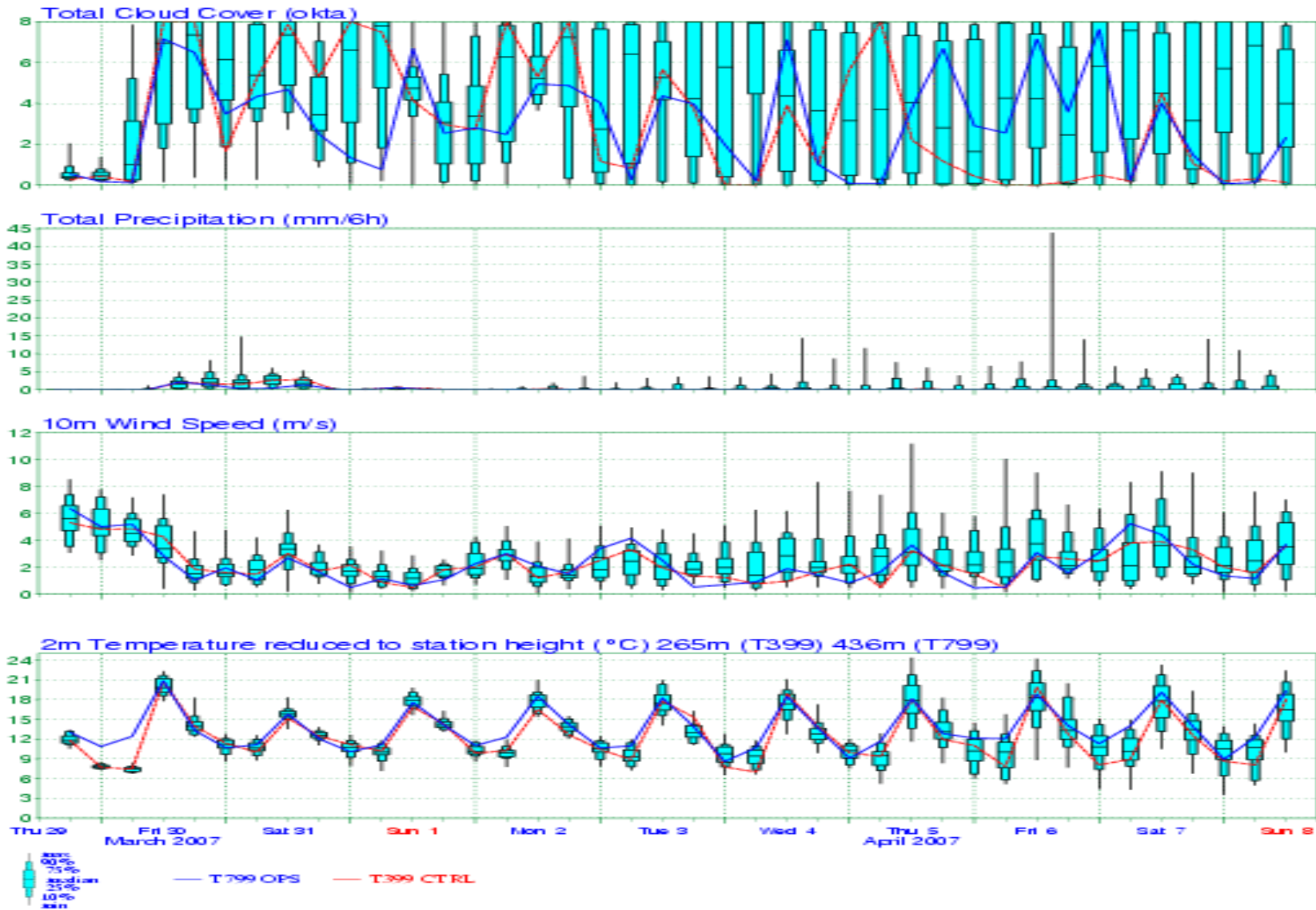
$$\dot{Z} = XY - bZ$$

Στοχαστικές προγνώσεις (προγνώσεις πολλαπλού δείγματος)

- Η μεγάλη ευαισθησία των μοντέλων πρόγνωσης καιρού, στις αβέβαιες αρχικές συνθήκες και οι άλλες «αδυναμίες» τους, έστρεψαν τις έρευνες από τη ντετερμινιστική στην πιθανολογική θεώρηση των προγνώσεων. Ουσιαστικά, ήταν η πρώτη προσπάθεια των Μετεωρολόγων, να αντιμετωπίσουν το χάος, που είχε ανακαλύψει το 1963, ο Edward Lorenz.
- Η λύση που δόθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ήταν: Η εκτέλεση (τρέξιμο), πολλών διαφορετικών μοντέλων για την ίδια περιοχή και την ίδια ημέρα ή η εκτέλεση μόνον ενός μοντέλου πολλές φορές για την ίδια περιοχή και την ίδια ημέρα. Στη δεύτερη περίπτωση, σε κάθε εκτέλεση τροποποιούνται ελαφρά οι αρχικές συνθήκες.

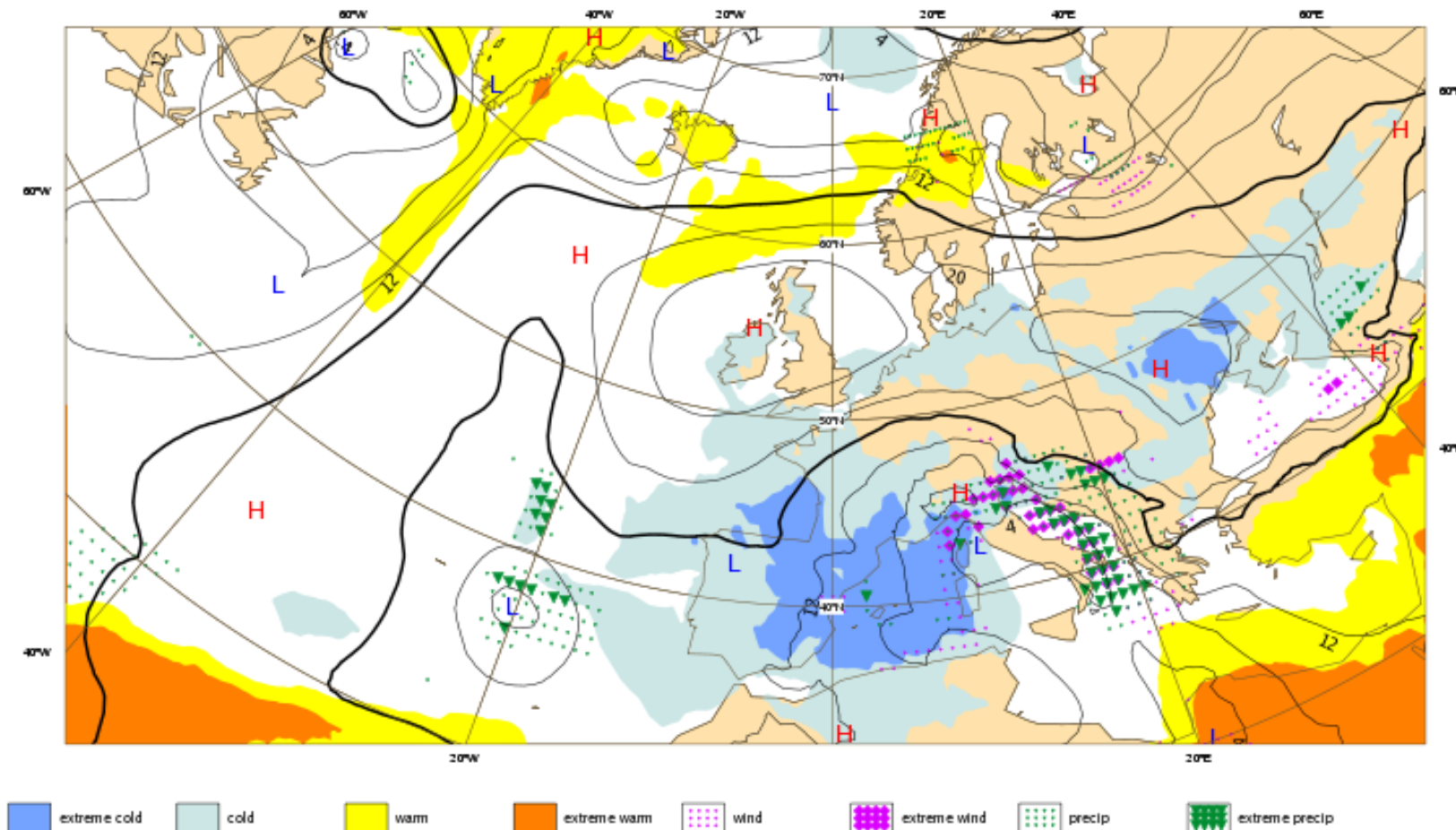
Μετεώγραμμα

EPS Meteogram
 Patra (0m) 38.43°N 21.67°E
 Deterministic Forecast and EPS Distribution Thursday 29 March 2007 12 UTC



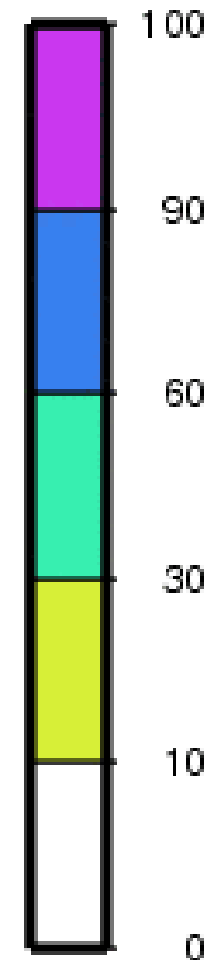
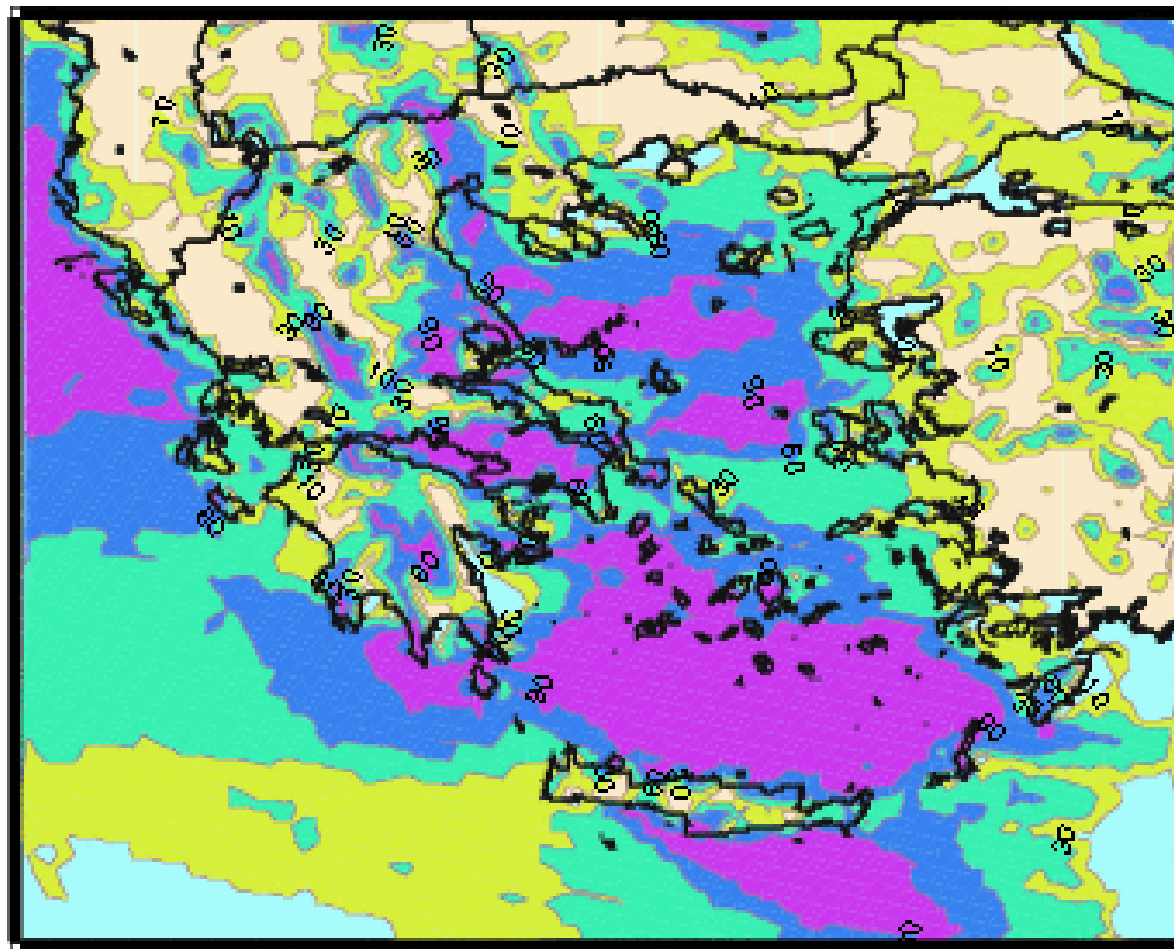
Πρόγνωση ακραίων καιρικών φαινομένων

Anomalous weather predicted by EPS: Wednesday 10 March 2010 at 00 UTC
1000 hPa Z ensemble mean (Wednesday 10 March 2010 at 12 UTC)
and EFI values for Total precipitation, maximum 10m wind gust and mean 2m temperature (all 24h)
valid for 24hours from Wednesday 10 March 2010 at 00 UTC to Thursday 11 March 2010 at 00 UTC



Πιθανολογική πρόγνωση ανέμων από το μοντέλο COSMO της ΕΜΥ (διακριτική ικανότητα ~ 3 χιλ.)

©COSMO-EPS: %prob. wind, for 24-48 hrs, above 30 kt



Καιρός και πτήσεις

- Άνεμος
- Νέφη
- Καταιγίδες
- Ορατότητα
- Παγοποίηση
- Μετωπικές υφέσεις

Οι τέσσερις εποχές στην Ελλάδα



Τύποι καιρού στην Ελλάδα την Άνοιξη

- **Οργανωμένα βαρομετρικά συστήματα (ψυχρές εισβολές - υφέσεις)**
- **Σαχαριανές υφέσεις**
- **Απογευματινές καταιγίδες**

Άνοιξη: Μεταφορά σκόνης από τη βόρεια Αφρική



Τύποι καιρού στην Ελλάδα το καλοκαίρι

- **Θερμά κύματα (καύσωνες)**
- **Απογευματινές καταιγίδες
(καιρός ψυχρής λίμνης)**
- **Ετησίες (μελτέμια)**

Καλοκαίρι: Η Πάρνηθα στις 28-6-2007



Τύποι καιρού στην Ελλάδα το φθινόπωρο

- Παράταση καλοκαιριού
(ετήσιες - απογευματινές καταιγίδες)
- Οργανωμένα βαρομετρικά
συστήματα (πρωτοβρόχια)
- Οι πρώτες ψυχρές εισβολές

Φθινόπωρο: Πλημμύρα, Θεσσαλονίκη 17-9-2004

www.iama.gr Fri Sep 17 22:37:00 2004



Τύποι καιρού στην Ελλάδα το χειμώνα

- **Οργανωμένα βαρομετρικά συστήματα (γενικευμένες κακοκαιρίες)**
- **Ψυχρές εισβολές και χιονοπτώσεις**
- **Αλκυονίδες**

Μαρίνα Ζέας 15-2-2005



Χειμώνας: Το προαύλιο της ΕΜΥ στις 6-1-2002



ΕΠΙΛΟΓΟΣ



Σκόπελος 21-1-2006

«Η φύση, με το υπέροχο
μυαλό της, παρακολουθεί
το αιώνιο παιχνίδι των
παιδιών της.

Βλέπει, τον άνθρωπο να
εξουσιάζει τους ανέμους,
βλέπει, τον άνεμο να
παρασέρνει τους
ανθρώπους».

Lyall Watson

«Η ανάσα του Ουρανού»

A scenic view of a mountain valley. In the foreground, there is a rocky, grassy slope. Below it, a town with many red-roofed buildings is nestled in a valley. The background features high, rugged mountains with significant snow cover under a cloudy sky. The overall atmosphere is serene and majestic.

**Ευχαριστώ πολύ,
για την προσοχή σας**

ΚΟΝΙΤΣΑ