



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά μαθήματα ΠΠ

**ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ
ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ**

ΕΝΟΤΗΤΑ: 8. Οι παρατηρούμενες Κλιματικές Μεταβολές

ΟΝΟΜΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ : ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

ΤΜΗΜΑ: Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων

ΑΓΡΙΝΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Φαινόμενο του Θερμοκηπίου & Κλιματικές Μεταβολές

ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΦΩΤΙΑΔΗ

Επίκουρη Καθηγήτρια

του Τμήματος Διαχείρισης Περιβάλλοντος &
Φυσικών Πόρων

 2641074156

 afotiadi@upatras.gr

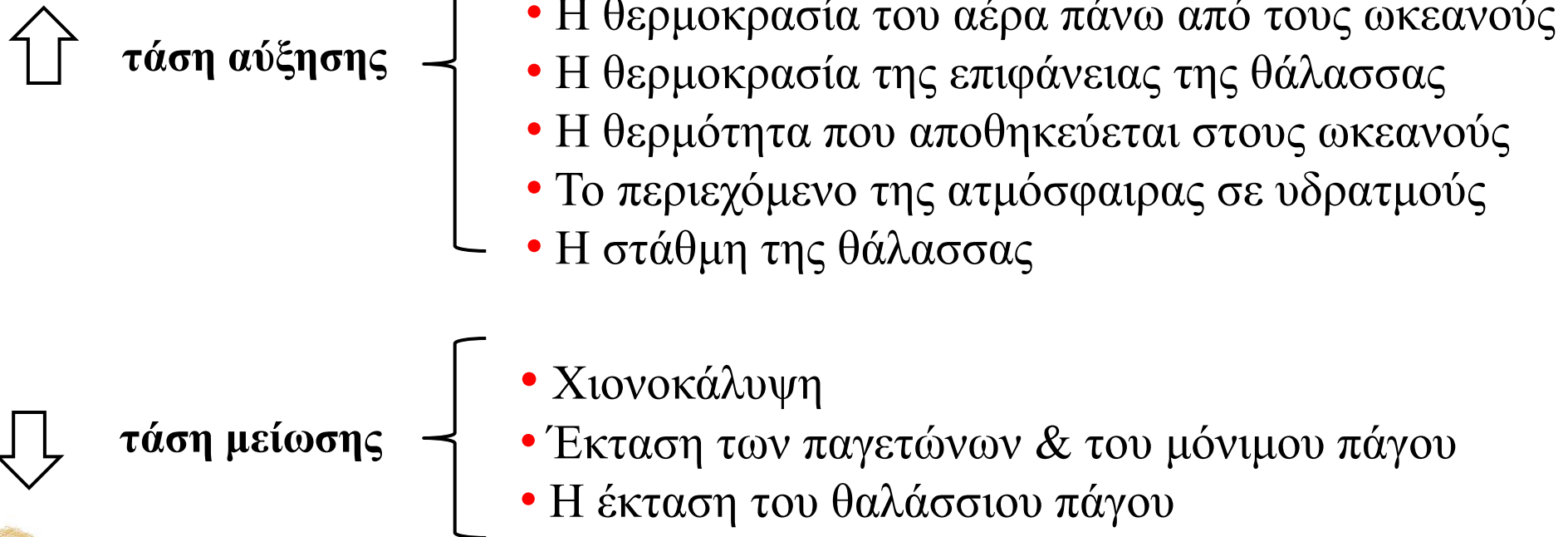


Παρατηρούμενες μεταβολές του Κλίματος - Θερμοκρασία

○ Μεταβολή διαφόρων κλιματικών παραμέτρων κάτω από συνθήκες παγκόσμιας θέρμανσης

Εικόνα από: FAQ 2.1, Figure 1 from IPCC report 2013

• Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση της μεταβολής:



Παρατηρούμενες μεταβολές του Κλίματος - Θερμοκρασία

- Αύξηση της μέσης Θερμοκρασίας του πλανήτη πάνω από ξηρά & θάλασσα κατά:

0.85 [0.65 - 1.06] °C ! την περίοδο 1880-2012

Εικόνα 2.14 από IPCC
report 2013

- Η αύξηση αυτή για την περίοδο **1901-2012** είναι:

0.89 [0.69 - 1.08] °C

- Ενώ η αύξηση κατά την περίοδο **1951-2012**, οπότε αρχίζει η γραμμική αύξηση είναι:

0.72 [0.49 - 0.89] °C

- Τέλος, η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της περιόδου 1850-1900 σε σχέση με τη μέση θερμοκρασία της περιόδου **2003-2012**, είναι:

0.78 [0.72 - 0.85] °C

*  Οι αποχές της θερμοκρασίας (anomalies) έχουν υπολογιστεί ως προς τη μέση τιμή της περιόδου **1961-1990**

Παρατηρούμενες μεταβολές του Κλίματος - Θερμοκρασία

- Αδιαμφισβήτητη αύξηση της μέσης Θερμοκρασίας του πλανήτη πάνω από ξηρά & θάλασσα κατά:

Εικόνα 2.21 από IPCC
report 2013

- Οι μεγαλύτερες χρονοσειρές σε περιοχικό επίπεδο (1901 – 2012)
- Οι τάσεις των χρονοσειρών αυτών αποκαλύπτουν ότι

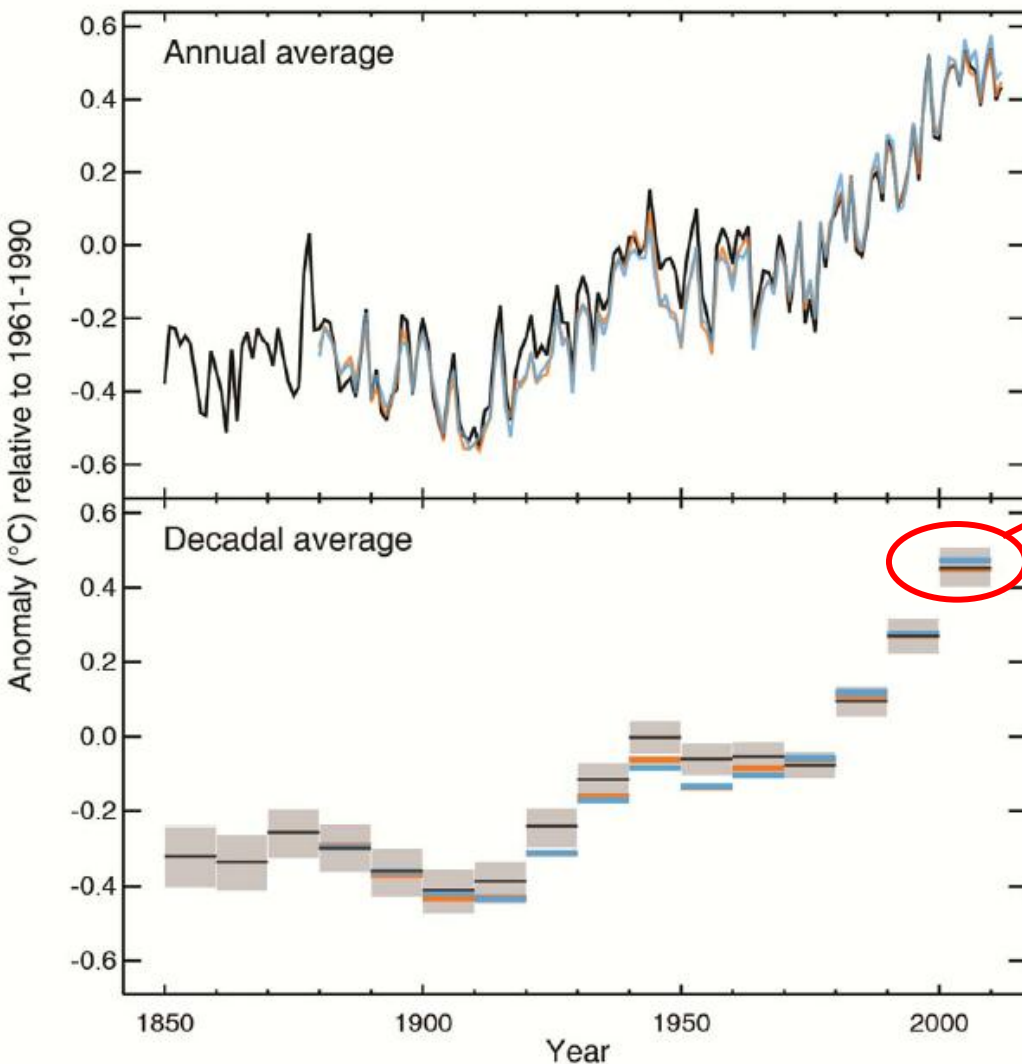
- Η θέρμανση διαπιστώνεται στο σύνολο σχεδόν του πλανήτη !



Παρατηρούμενες μεταβολές του Κλίματος - Θερμοκρασία

■ Αναμφισβήτητη αύξηση της μέσης Θερμοκρασίας του πλανήτη πάνω από ξηρά & θάλασσα κατά:

Observed globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1850–2012



■ Η θέρμανση διαπιστώνεται και σε επίπεδο δεκαετιών

■ Οι τρεις τελευταίες δεκαετίες ήταν σημαντικά θερμότερες απ' ότι όλες οι προηγούμενες μετά το 1850

■ Η πρώτη δεκαετία του 21^{ου} αιώνα (2000-2010) ήταν η θερμότερη

■ Ο ρυθμός θέρμανσης κατά την 15-ετη περίοδο 1998-2012 ήταν:

0.05 °C / δεκαετία [-0.05 - +0.15]

πολύ μικρότερος από τον μέσο ρυθμό θέρμανσης της περιόδου 1950-2012 που ήταν: **0.12 °C / δεκαετία [-0.08 to +0.14]**

■ Ο ρυθμός θέρμανσης για μικρά χρονικά διαστήματα εξαρτάται από το έτος έναρξης και λήξης του διαστήματος

Παρατηρούμενες μεταβολές του Κλίματος - Θερμοκρασία

- Αύξηση της Θερμοκρασίας του αέρα
- Η αύξηση είναι μεγαλύτερη πάνω από την ξηρά απ' ό τι πάνω από τους ωκεανούς
- Αυξήθηκε επίσης η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας (SST) αλλά λιγότερο απ' ό τι η θερμοκρασία της ξηράς

Εικόνα από: FAQ 2.1, Figure 2 from IPCC report 2013

Εικόνα από: Figure SPM. 1 4 of IPCC report 2007



Παρατηρούμενες μεταβολές του Κλίματος - Θερμοκρασία

- Αύξηση της Θερμοκρασίας του αέρα
- Η αύξηση είναι μεγαλύτερη στο Βόρειο Ημισφαίριο σε σχέση με το Νότιο

Εικόνα 3.4 από IPCC report 2007



Παρατηρούμενες μεταβολές του Κλίματος - Θερμοκρασία

- Αύξηση της Θερμοκρασίας του αέρα
- Οι ελάχιστες Θερμοκρασίες αυξήθηκαν περισσότερο από τις μέγιστες => μείωση του ημερήσιου θερμομετρικού εύρους (DTR) κατά 0.07 °C / δεκαετία κατά την περίοδο 1950-2004
- Η πρόσφατη έκθεση του IPCC επισημαίνει την πιθανότητα σφαλμάτων σ' αυτή την εκτίμηση
- Σε κάθε περίπτωση η επίδραση στο ΗΘΕ είναι μικρότερη από αυτή στη μέση θερμοκρασία ενώ αύξηση παρουσιάζουν και οι μέγιστες και οι ελάχιστες θερμοκρασίας

Εικόνα 3.2 από IPCC report 2007



Παρατηρούμενες μεταβολές του Κλίματος - Θερμοκρασία

- Αύξηση της Θερμοκρασίας του αέρα
- Συνδυασμός διαφορετικών βάσεων δεδομένων (ραδιοβολίσεις & δορυφορικά) έδειξε ότι σε πλανητική κλίμακα μετά τα μέσα του προηγούμενου αιώνα η **τροπόσφαιρα θερμάνθηκε** ενώ η **Στρατόσφαιρα ψύχθηκε**
- Οι διάφορες βάσει δεδομένων παρουσιάζουν αποκλίσεις ως προς το ρυθμό και το βαθμό των μεταβολών της θερμοκρασίας

Εικόνα 2.24 από IPCC report 2013



Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος - Βροχόπτωση

■ Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές τάσεις πάνω από εκτεταμένες περιοχές

Αύξηση: Βόρεια Ευρώπη

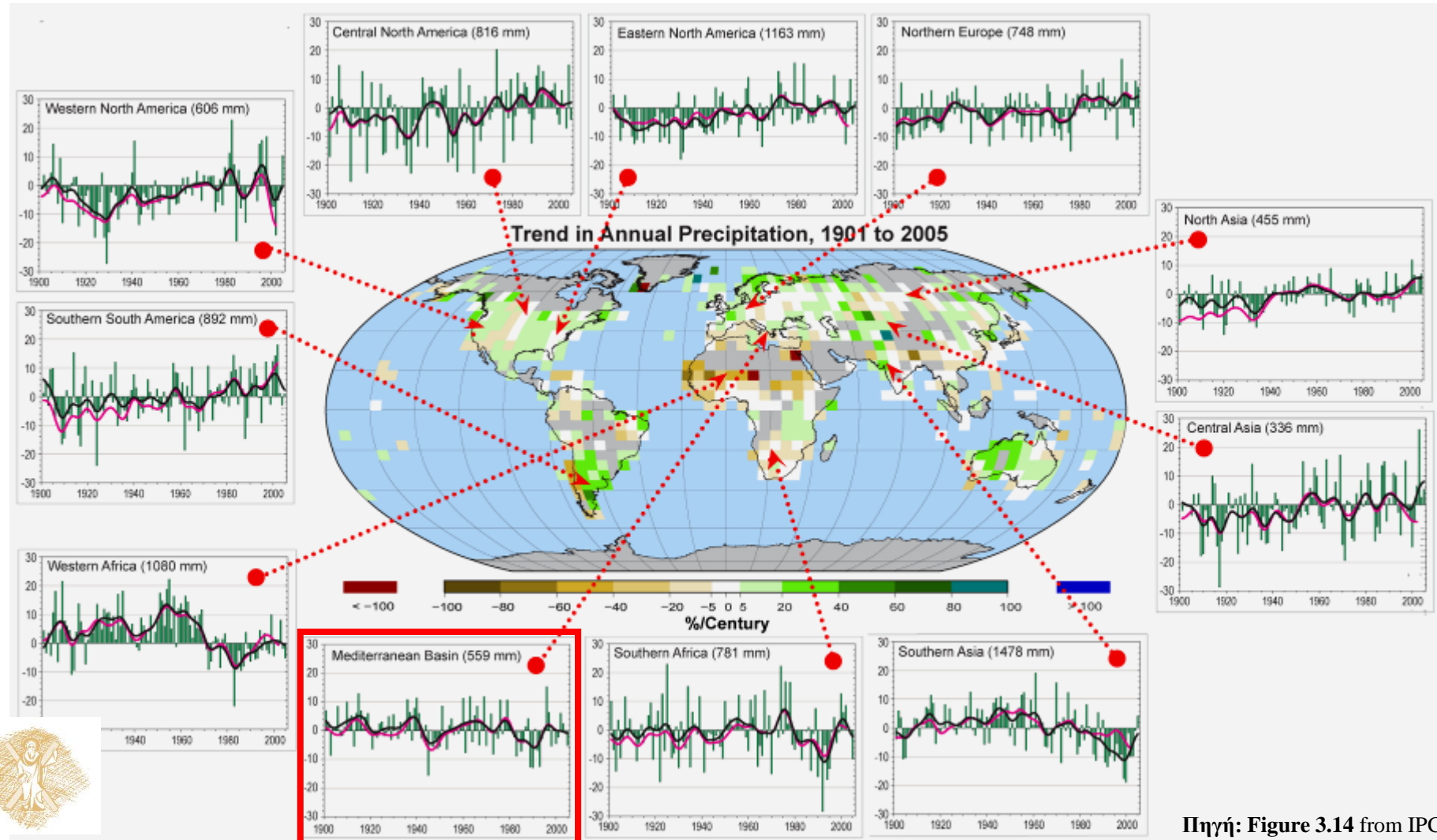
Μείωση: Μεσόγειο

Ανατολικές ακτές Β. κ' Ν. Αμερικής

Ζώνη Sahel κ' Ν. Αφρική

Β. κ' Κεντρική Ασία

περιοχές Ν. Ασίας



Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος - Βροχόπτωση

- Η ίδια συμπεριφορά αναπαράγεται και στην πιο πρόσφατη έκθεση του IPCC το 2013
- Τάσεις της βροχόπτωσης κατά την περίοδο **1901 – 2010** και για την υποπερίοδο **1951-2010** (οι **αποχές** έχουν υπολογιστεί ως προς την περίοδο: **1961 - 1990**)

Εικόνα SMP. 2 από IPCC report 2013



Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος - Υδρατμοί

- Αύξηση της ποσότητας των Υδρατμών στην ατμόσφαιρα
- Η αύξηση παρατηρείται σε όλα τα επίπεδα της ατμόσφαιρας (κατώτερη κ' ανώτερη)

Αυξητική τάση της σχετικής υγρασίας (μέση πλανητική τιμή) πάνω από την ξηρά κατά την περίοδο 1973-2012 (οι αποχές έχουν υπολογιστεί ως προς τη μέση κλιματολογική τιμή της περιόδου 1979-2003)



Εικόνα 3.21 από IPCC report 2007

Εικόνα 2.30 από IPCC report 2013

Αυξητική τάση της ποσότητας των υδρατμών (μέση πλανητική τιμή) πάνω από τους ωκεανούς κατά την περίοδο 1988-2012 (οι αποχές έχουν υπολογιστεί ως προς τη μέση κλιματολογική τιμή της περιόδου 1979-2007)

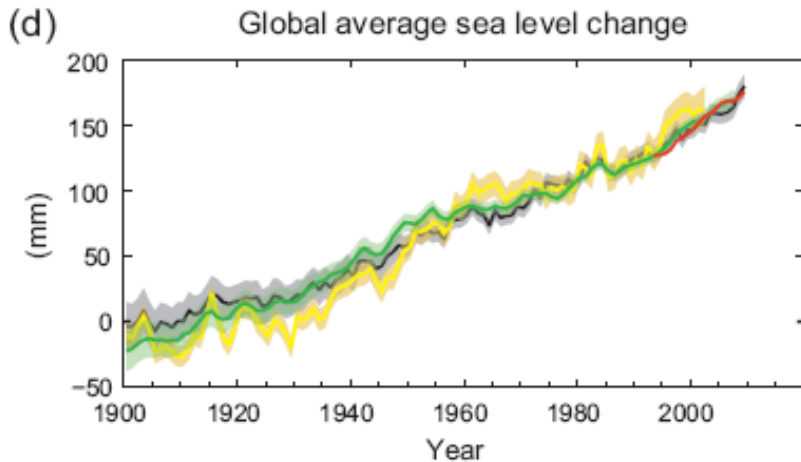


Εικόνα 2.31 από IPCC report 2013

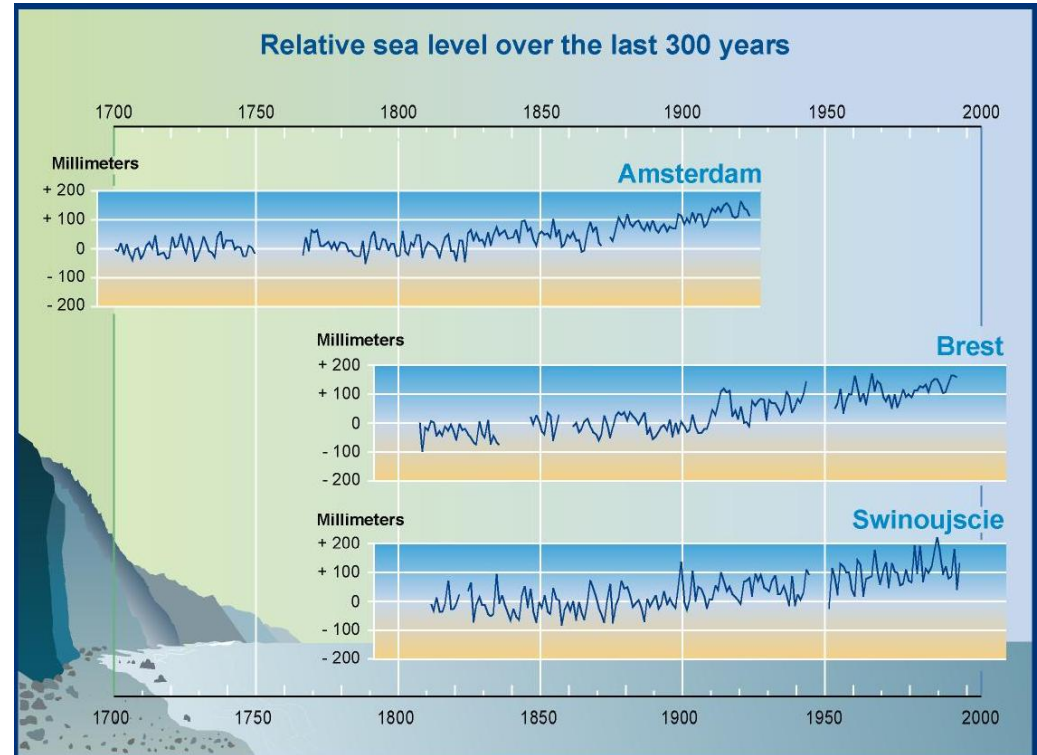


Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Στάθμη θάλασσας

- Αύξηση της στάθμης της θάλασσας σε πλανητική κλίμακα κατά **19 cm** (εύρος τιμών: 17 – 21 cm) κατά την περίοδο **1901 – 2010** => ρυθμό αύξησης **1.7 mm/yr**
- Ο ρυθμός αύξησης επιταχύνθηκε τις τελευταίες δεκαετίες π.χ. την περίοδο **1993-2010** έγινε: **3.2 mm/yr**



Πηγή: extracted from Figure SMP. 3 of IPCC report 2013



Πηγή: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/slides/large/04.17.jpg

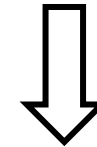


Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Στάθμη θάλασσας

- Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας συμβαίνει εξ' αιτίας
 1. του λιώσιμου των πάγων
 2. της θερμικής εκτόνωσης των ωκεανών

Εικόνα 4.25 από IPCC report 2013

Εικόνα 3.15 από IPCC report 2013

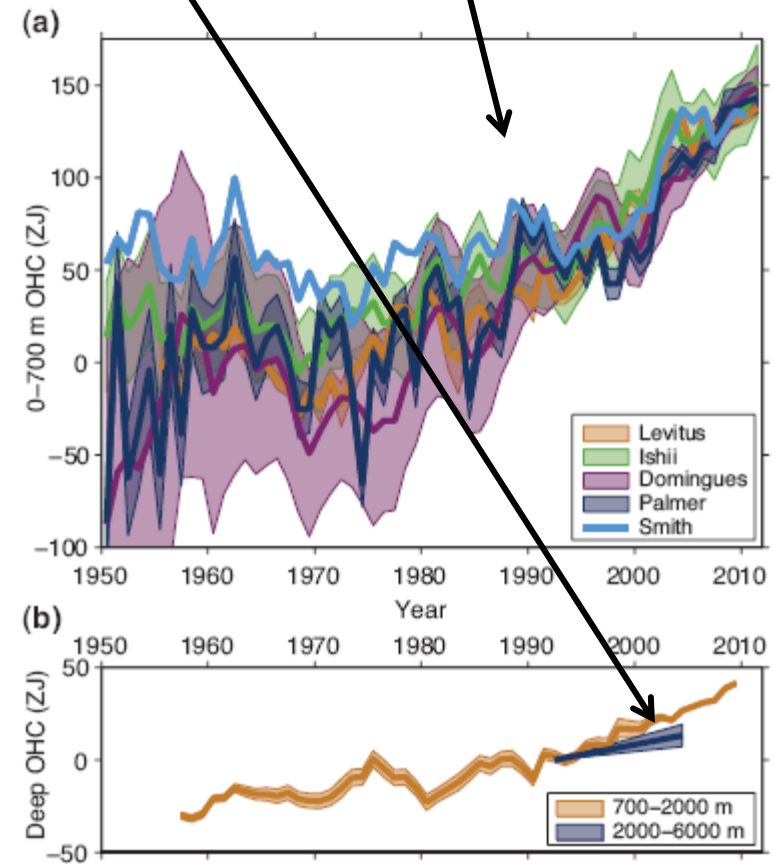


Ακραίες περιπτώσεις ανόδου της μέσης στάθμης της θάλασσας ανά τον κόσμο. Οι τιμές είναι συνολική άνοδο (cm / δεκαετία) αφού έχει αφαιρεθεί προηγουμένως η τιμή annual median



Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Στάθμη θάλασσας

- **Αύξηση της θερμότητας που αποθηκεύεται στον ωκεανό**
- Η αύξηση αυτή είναι μεγαλύτερη στα επιφανειακά στρώματα **0 – 700 m** βάθος
- Ανιχνεύεται όμως και στα βαθύτερα στρώματα (μέχρι **6000 m** βάθος)
- Ο ρυθμός θέρμανσης των ωκεανών εκτιμάται κατά την περίοδο 1971-2010 σε: **0.11 °C / δεκαετία** στα πρώτα **75 m** και **0.015°C / δεκαετία** στα πρώτα **700 m**
- Η θέρμανση έχει ανιχνευτεί σε βάθος **3000 m**
- Για τα βαθύτερα στρώματα οι μετρήσεις είναι σπάνιες. Για βάθη κάτω από τα 3000 m, η θέρμανση είναι μεγαλύτερη στους ωκεανούς του νοτίου ημισφαιρίου
- Η αύξηση του περιεχομένου της θερμότητας στο στρώμα 700-2000 m συνεισφέρει το 30% του συνολικού περιεχομένου της θερμότητας στο στρώμα 0-2000 m
- Ο ρυθμός αύξησης της θερμότητας στο **στρώμα 0-700 m** επιβραδύνθηκε την περίοδο 2003-2010, στο στρώμα 700-2000 m συνεχίστηκε αμείωτος



Πηγή: Figure 3.2 from IPCC report 2013



- Μείωση της χιονοκάλυψης και της έκτασης των μόνιμων παγετώνων

Εικόνα SMP. 3 από
IPCC report 2013

- Η χιονοκάλυψη μειώθηκε στο Β. Ημισφαίριο ιδιαίτερα την άνοιξη

Εικόνα από:

<http://www.worldviewofglobalwarming.org/pages/nvapril0814.php>

- Δορυφορικά δεδομένα δείχνουν **μείωση (-53%)** για το μήνα **Ιούνιο** κατά την περίοδο 1967-2012
- Κατά την περίοδο **1922-2012** η μέση **μείωση** για τους μήνες **Μάρτιο-Απρίλιο** είναι **-7%**
- Συνεχίζει αμείωτη η συρρίκνωση των μόνιμων παγετώνων παντού στη Γη
- Την περίοδο 2003-2009 τη μεγαλύτερη συρρίκνωση υπέστησαν οι παγετώνες σε: Αλάσκα, αρκτικό Καναδά, περιφέρεια Γροιλανδίας, νότιες Άνδεις & Ασιατικές οροσειρές
- Η συνολική **απώλεια μάζας** από το λιώσιμο των παγετώνων κατά την περίοδο **1971-2009** εκτιμάται: **226 ± 135 Gt/yr**



Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Μόνιμοι Παγετώνες

- Λιώσιμο του θαλάσσιου πάγου στις πολικές περιοχές κ' Μείωση της έκτασης των μόνιμων παγετώνων

- Η μείωση του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής συνεχίζεται με ρυθμό την περίοδο 1979-2012: **3.5–4.1%** (0.45-0.51 εκατομμύρια Km²/δεκαετία)

Εικόνα από:

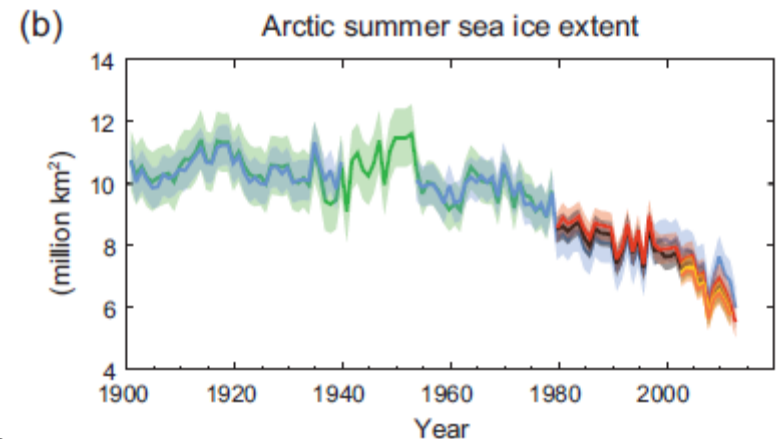
http://serc.carleton.edu/eyesinthesky2/week3/analyze_s ea_ice.html

- Η μείωση είναι περισσότερο έντονη και γρήγορα το θέρος & το φθινόπωρο. Παρατηρείται παρόλα αυτά όλες τις εποχές του έτους

- Η μείωση του 'μόνιμου' θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής την περίοδο 1979-2012 ήταν: **11.5±2.1%** (0.73-1.07 εκατομμύρια Km²/δεκαετία)

- Μειώνεται επίσης το πάχος του θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής το χειμώνα κατά 1.3 - 2.3 m την περίοδο 1980-2008

- Κατά την περίοδο 1979-2012 επιμηκύνθηκε η περίοδος τήξης της επιφάνεια του 'μόνιμου' θαλάσσιου πάγου της Αρκτικής κατά **5.7±0.9** ημέρες/δεκαετία



Πηγή: extracted from Figure SMP. 3 of IPCC report 2013



Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Μόνιμοι Παγετώνες

- Λιώσιμο του θαλάσσιου πάγου στις πολικές περιοχές κ' Μείωση της έκτασης των μόνιμων παγετώνων

Εικόνα από: FAQ 4.1 Figure 1.
of IPCC report 2013



Πηγή: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Polar_bear_-_still_wet_from_a_close_shave....jpg

- Η κατάσταση είναι εντελώς διαφορετική στην Ανταρκτική όπου την ίδια περίοδο 1979-2012 παρατηρήθηκε αύξηση της έκτασης του θαλάσσιου πάγου κατά 1.5 % / δεκαετία
- Παρόλα αυτά παρατηρείται σημαντική χωρική μεταβλητότητα στις τάσεις με περιοχές να εμφανίζουν τάσεις μείωσης και άλλες αυξητικές τάσεις. Κυριαρχεί η ισχυρή τάση αύξησης στο θάλασσα Ross
- Η λειτουργία και τα χαρακτηριστικά της Ανταρκτικής διαφέρουν σημαντικά από την Αρκτική. Επίσης οι μετρήσεις στην Ανταρκτική είναι λιγότερες



Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Μόνιμοι Παγετώνες

- Συνεχίζεται η απώλεια μάζας πάγου από παγετώνες (**Ice sheets**) της Γροιλανδίας & της Ανταρκτικής
- Σε σχέση με την προηγούμενη έκθεση του IPCC η απώλεια πάγου συνεχίστηκε με εντονότερους ρυθμούς, σε περισσότερες περιοχές και από διάφορους τομείς των παγετώνων
- Ο ρυθμός απώλειας πάγου από τη Γροιλανδία επιταχύνθηκε μετά το 1992
- Αυξήθηκε από **34** (-6 έως 74) **Gt/yr** την περίοδο **1992-2001** σε **215** (157 έως 274) **Gt/yr** την περίοδο **2002-2011**
- Η απώλεια πάγου είναι ίδια τόσο από επιφανειακή τήξη όσο και από περιφερειακή ‘αποφόρτιση’ και είναι και εμφανίζει και στις δύο περιπτώσεις αυξητική τάση
- Απώλειας πάγου καταγράφεται και στην Ανταρκτική όπου επίσης ο ρυθμός επιταχύνθηκε
- Αυξήθηκε από **30** (-37 έως 97) **Gt/yr** την περίοδο **1992-2001** σε **147** (72 έως 221) **Gt/yr** την περίοδο **2002-2011**
- Μεγάλη απώλεια πάγου εμφανίζουν οι πάγοι που επιπλέουν περιμετρικά της ηπείρου της Ανταρκτικής
- **Permafrost:** Από τις αρχές της δεκαετίας του ‘80 έχει καταγραφεί αύξηση της θερμοκρασίας του μέχρι **3°C** (αρχές του ‘80 – μέσα του 2000) και μέχρι **2°C** σε περιοχές της βόρειας Ευρώπης και βόρειας Ρωσίας (1971-2010). Στη βόρεια Ευρώπη καταγράφηκε επίσης κατά την περίοδο 1975-2005 μείωση του πάχους του και της έκτασης του

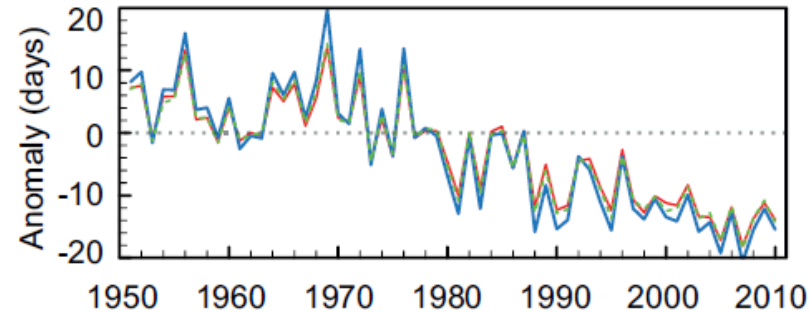
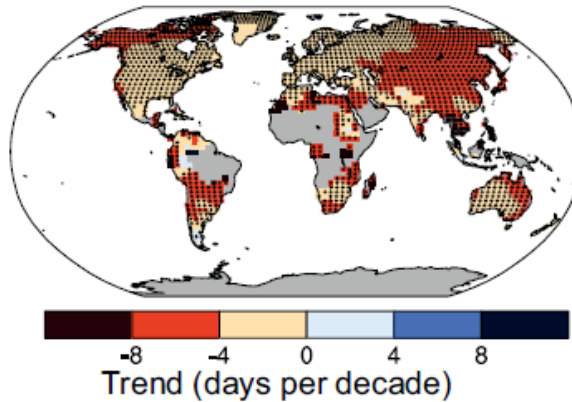


Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Ακραία φαινόμενα

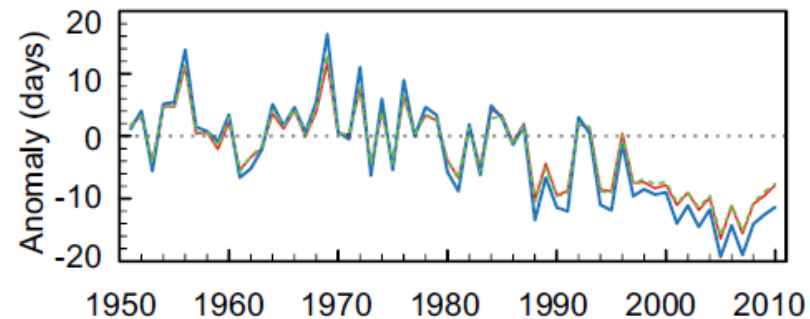
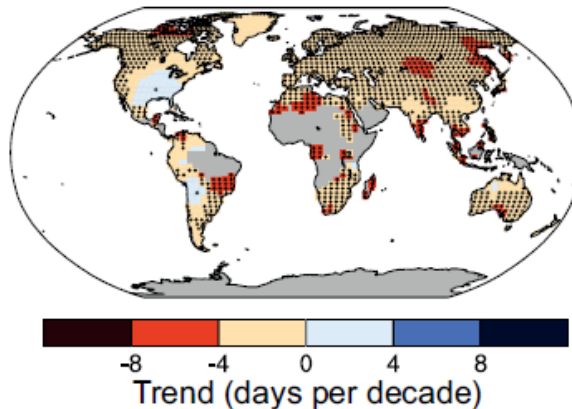
■ Αύξηση της έντασης & της συχνότητας εμφάνισης ακραίων φαινομένων

- Θερμοκρασία: Μετά το '50 χρόνια πάνω από την ξηρά παρατηρήθηκε:

(a) Cold Nights



(b) Cold Days



Πηγή: extracted from figure 2.32 of IPCC report 2013

- Μείωση του αριθμού ημερών παγετού
- Μείωση αριθμού ψυχρών ημερών κ' νυκτών

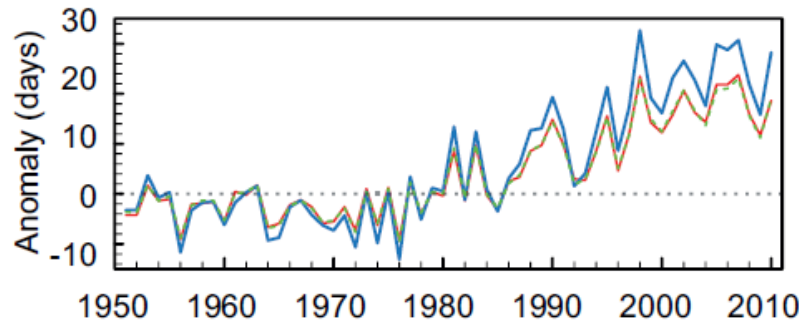
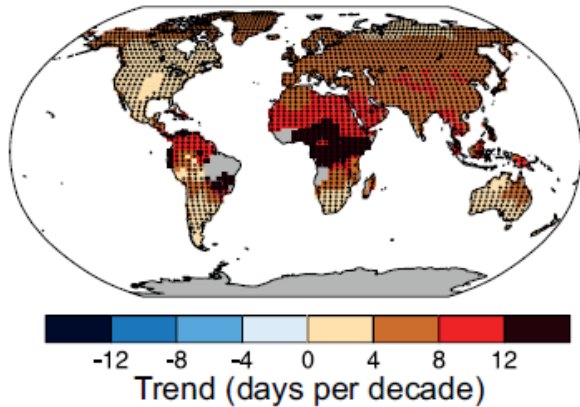


Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Ακραία φαινόμενα

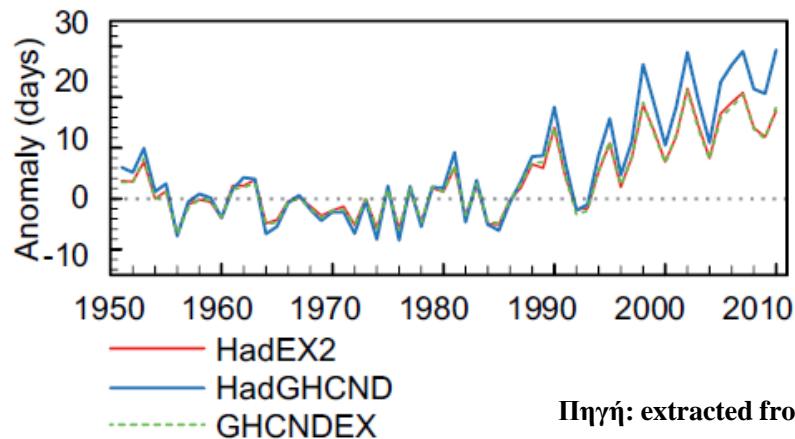
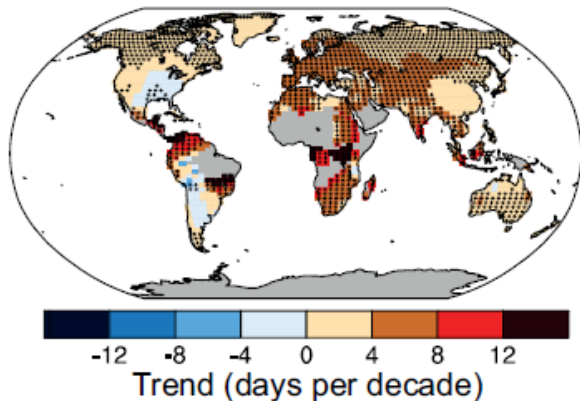
■ Αύξηση της έντασης & της συχνότητας εμφάνισης ακραίων φαινομένων

- **Θερμοκρασία:** Μετά το '50 χρόνια πάνω από την ξηρά παρατηρήθηκε:

(c) Warm Nights



(d) Warm Days



Πηγή: extracted from figure 2.32 of IPCC report 2013

- Αύξηση του αριθμού θερμών ημερών κ' νυκτών
- Αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των επεισοδίων καύσωνα
- Αύξηση της συχνότητας εμφάνισης & της διάρκειας των θερμών εισβολών

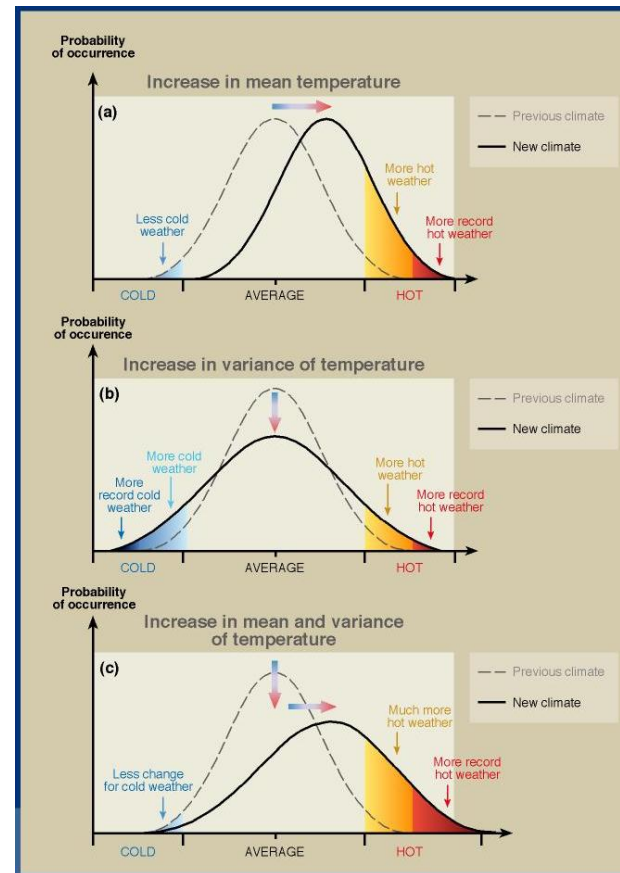


Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Ακραία φαινόμενα

■ Αύξηση της έντασης & της συχνότητας εμφάνισης ακραίων φαινομένων

- **Θερμοκρασία:** Μετά το '50 χρόνια πάνω από την ξηρά παρατηρήθηκε:

Εικόνα 3.38 από IPCC
report 2007



Πηγή: http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/vol4/english/037.htm

- Οι κατανομές της ελάχιστης κ' μέγιστης θερμοκρασίας έχουν μετατοπιστεί προς υψηλότερες τιμές (θερμοκρασίες)
- Η μετατόπιση είναι περισσότερο έντονη για την ελάχιστη θερμοκρασία



Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Ακραία φαινόμενα

- **Βροχόπτωση:** Μετά το '50 χρόνια πάνω από την ξηρά παρατηρήθηκε:

Τάση έντονων βροχοπτώσεων
Ημέρες > 95% της κατανομής

Τάση ημερήσιας έντασης
βροχοπτώσεων

Τάση συχνότητας μεγίστου αριθμού
συνεχόμενων ξηρών ημερών

Εικόνα 2.33 από IPCC report 2013

- Αύξηση των επεισοδίων ραγδαίων βροχοπτώσεων ακόμη και σε περιοχές όπου η μέση βροχόπτωση δεν παρουσιάζει αυξητική τάση ή παρουσιάζει τάση μείωσης
- Οι περιοχές όπου η τάση των έντονων βροχοπτώσεων είναι αυξητική είναι περισσότερες από αυτές όπου μειώνονται
- Οι τάσεις εμφανίζουν μεγάλη χωρική & εποχική ανομοιογένεια
- Η αυξητική τάση είναι περισσότερο σταθερή στη Βόρεια Αμερική & Ευρώπη
- Η τάση σχετικά με το μέγεθος και τη συχνότητα εμφάνισης πλημμυρών χαρακτηρίζεται από χαμηλό επίπεδο εμπιστοσύνης



Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Ακραία φαινόμενα

- **Ξηρασία** : Από τα μέσα του '50 παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση σε περιοχές του Βορείου Ημισφαιρίου, ενώ στο Νότιο Ημισφαίριο τάση αύξησης σημειώθηκε την περίοδο 1974 – 1998

Εικόνα από: FAQ 3.2, Figure 1.
from IPCC report 2007



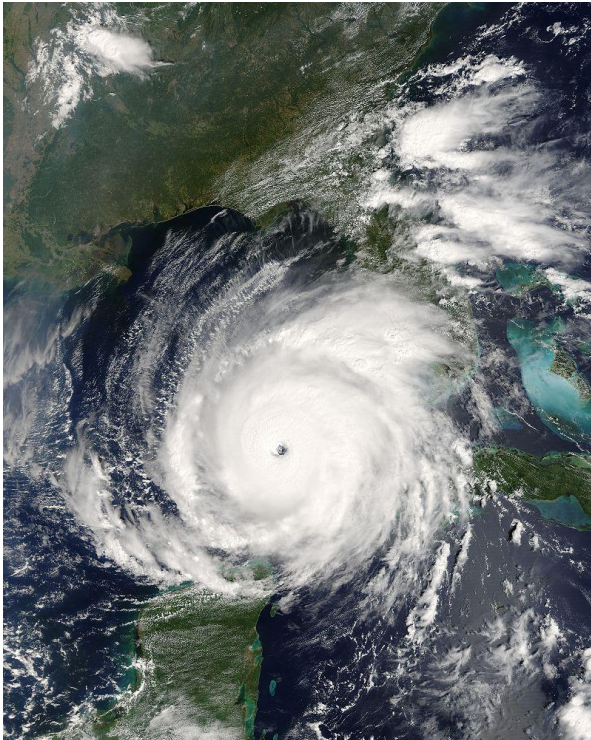
Πηγή:

https://en.wikipedia.org/wiki/2011_East_Africa_drought#/media/File:2011_Horn_of_Africa_famine_Oxfam_01.jpg

- Έλλειψη μετρήσεων, γεωγραφική ανομοιογένεια τάσεων και εξάρτηση των τάσεων από την επιλογή του δείκτη δεν επιτρέπουν τη εξαγωγή ασφαλούς τάσης για το σύνολο του πλανήτη
- Γενικά: η ένταση και η συχνότητα των ξηρασιών αυξήθηκε στη Μεσόγειο & τη Δυτική Αφρική και μειώθηκε στην κεντρική Βόρειο Αμερική και βορειοδυτική Αυστραλία



■ Τροπικές καταιγίδες, Τυφώνες, Κυκλώνες :



Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Rita#/media/File:HurricaneRita21Sept05a.jpg



Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FEMA_-_32048_-_Red_car_floating_in_flood_waters_in_Oklahoma.jpg

- Από τα μέσα της δεκαετίας του '70 σημειώνεται αυξητική τάση της διάρκειας κ' της έντασης τέτοιων φαινομένων
- Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική τάση αύξησης της συχνότητας εμφάνισης
- Από το 1970 παρατηρήθηκε αύξηση στους τροπικούς κυκλώνες κατηγορίας 4 και 5 στον βόρειο Ατλαντικό



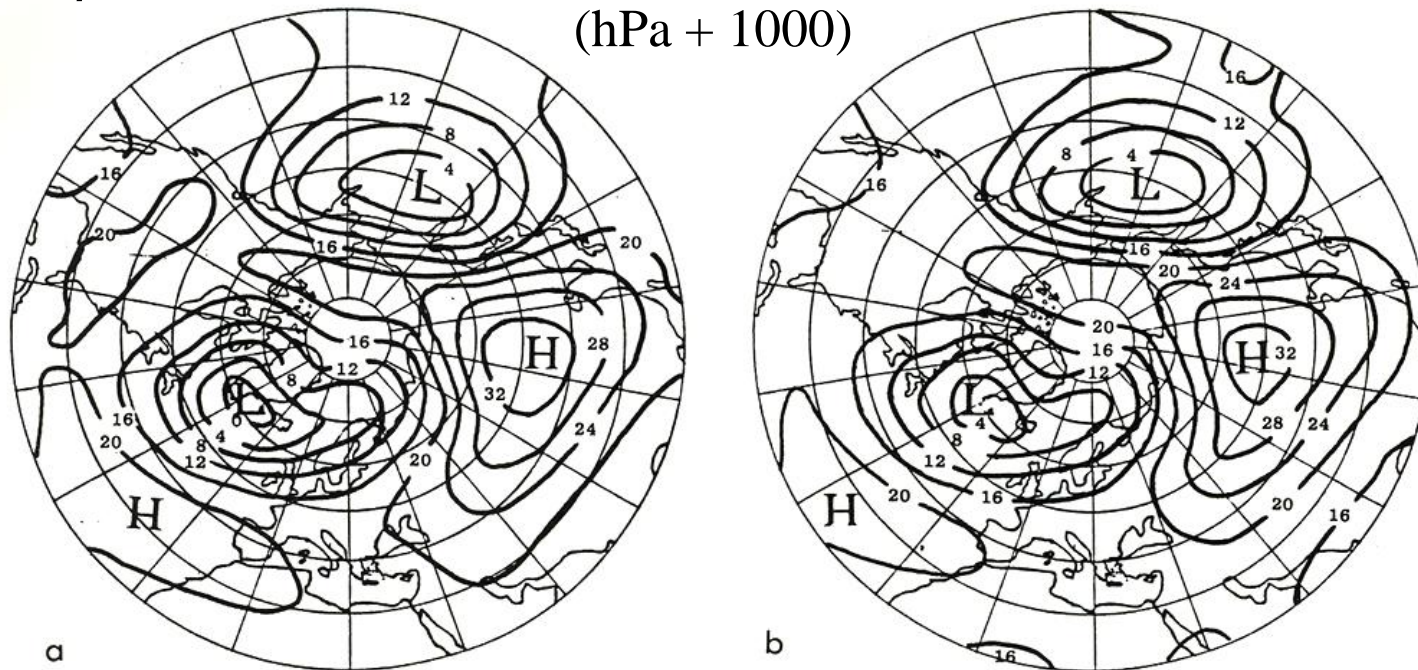
Παρατηρούμενες Μεταβολές του Κλίματος – Ακραία φαινόμενα

- Μερικά παραδείγματα πρόσφατων ακραίων φαινομένων:
 - Έντονη Ξηρασία στην Κεντρική κ' Νοτιοδυτική Ασία την περίοδο 1998-2003
Την περίοδο 1998-2001 η βροχόπτωση ήταν 55% κάτω από τα κανονικά επίπεδα
 - Έντονη Ξηρασία στην Αυστραλία την περίοδο 2002-2003
 - Μακρά περίοδο Ξηρασίας στην Δυτική Β. Αμερική μεταξύ 1999-2004
 - Έντονες βροχοπτώσεις κ' πλημμύρες στην Κεντρική Ευρώπη το καλοκαίρι του 2002
 - Παρατεταμένος καύσωνας στην Δυτική Ευρώπη το καλοκαίρι του 2003
 - Μεγάλη δραστηριότητα τροπικών τυφώνων στο Βόρειο Ατλαντικό το 2005



Η Ατμοσφαιρική Κυκλοφορία πάνω από τη Μεσόγειο

- Μέση κατανομή ατμοσφαιρικής πίεσης (1890-1989) (α) τον Ιανουάριο και (β) το Φεβρουάριο



Πηγή: with the courtesy of Dr Christos LOLIS (University of Ioannina)

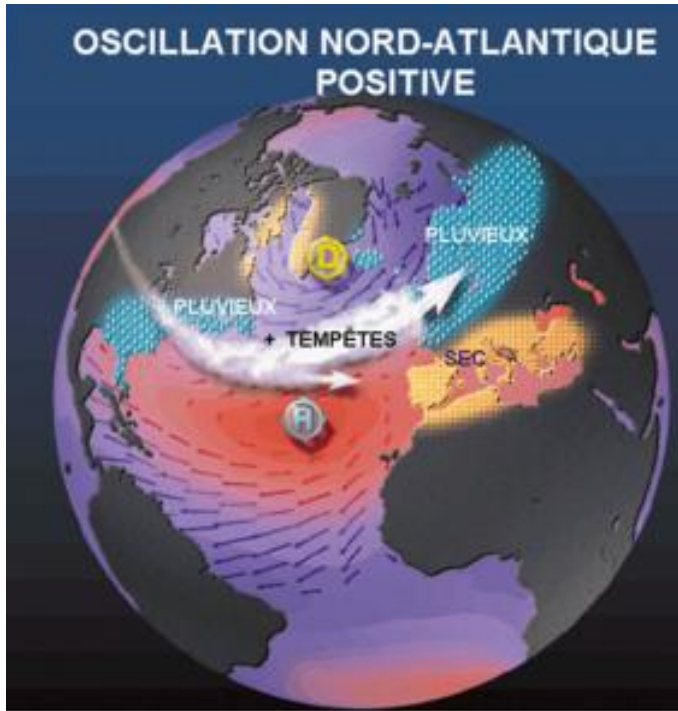
- **Ισλανδικό χαμηλό:** μόνιμο σύστημα χαμηλών πιέσεων το κέντρο (~996 hPa) του οποίου βρίσκεται μεταξύ Ισλανδίας & Γροιλανδίας. Είναι κύριο κέντρο της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας στο Βόρειο ημισφαίριο και συνδέεται με την κυκλωνική δράση. Το καλοκαίρι εξασθενεί
- **Υποτροπικός Αντικυκλώνας (Αζορών):** μόνιμο σύστημα υψηλών πιέσεων το εκτεταμένο κέντρο (~1024 hPa) του οποίου βρίσκεται κοντά στις Αζόρες. Η επέκτασή του το καλοκαίρι στη Μεσόγειο προκαλεί τον θερμό & ξηρό καιρό
- Τα 2 συστήματα αποτελούν τους πόλους του διπόλου της **Κύμανσης του Βορείου Ατλαντικού**



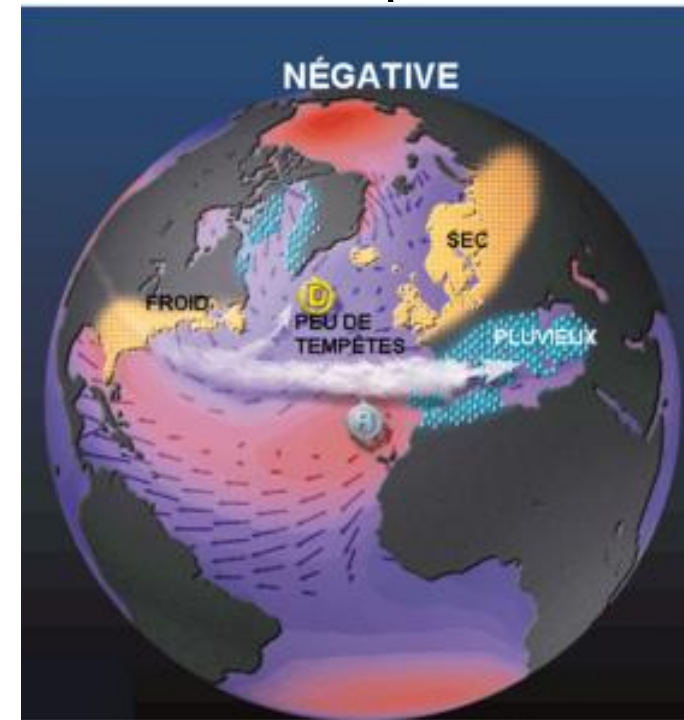
Η Ατμοσφαιρική Κυκλοφορία πάνω από τη Μεσόγειο

■ ΚΥΜΑΝΣΗ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΤΛΑΝΤΙΚΟΥ (ΝΑΟ) Ημι-περιοδικό φαινόμενο

Θετική
Φάση



Αρνητική
Φάση

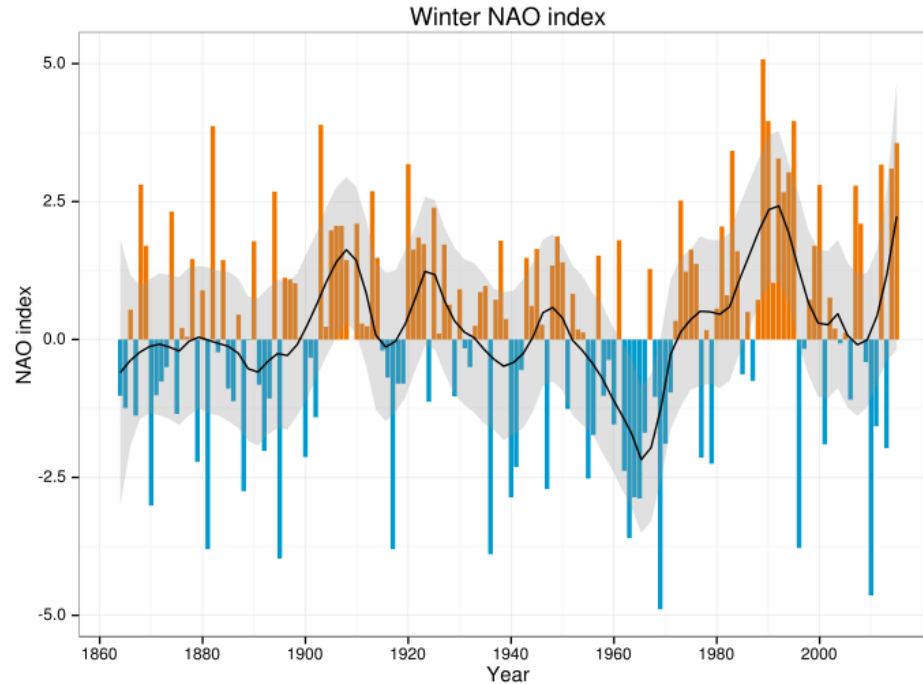


Πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oscillation_nord-atlantique.png



Μεταβολή της Ατμοσφαιρικής Κυκλοφορίας πάνω από την Ευρώπη

■ ΚΥΜΑΝΣΗ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΤΛΑΝΤΙΚΟΥ (NAO) Ημι-περιοδικό φαινόμενο



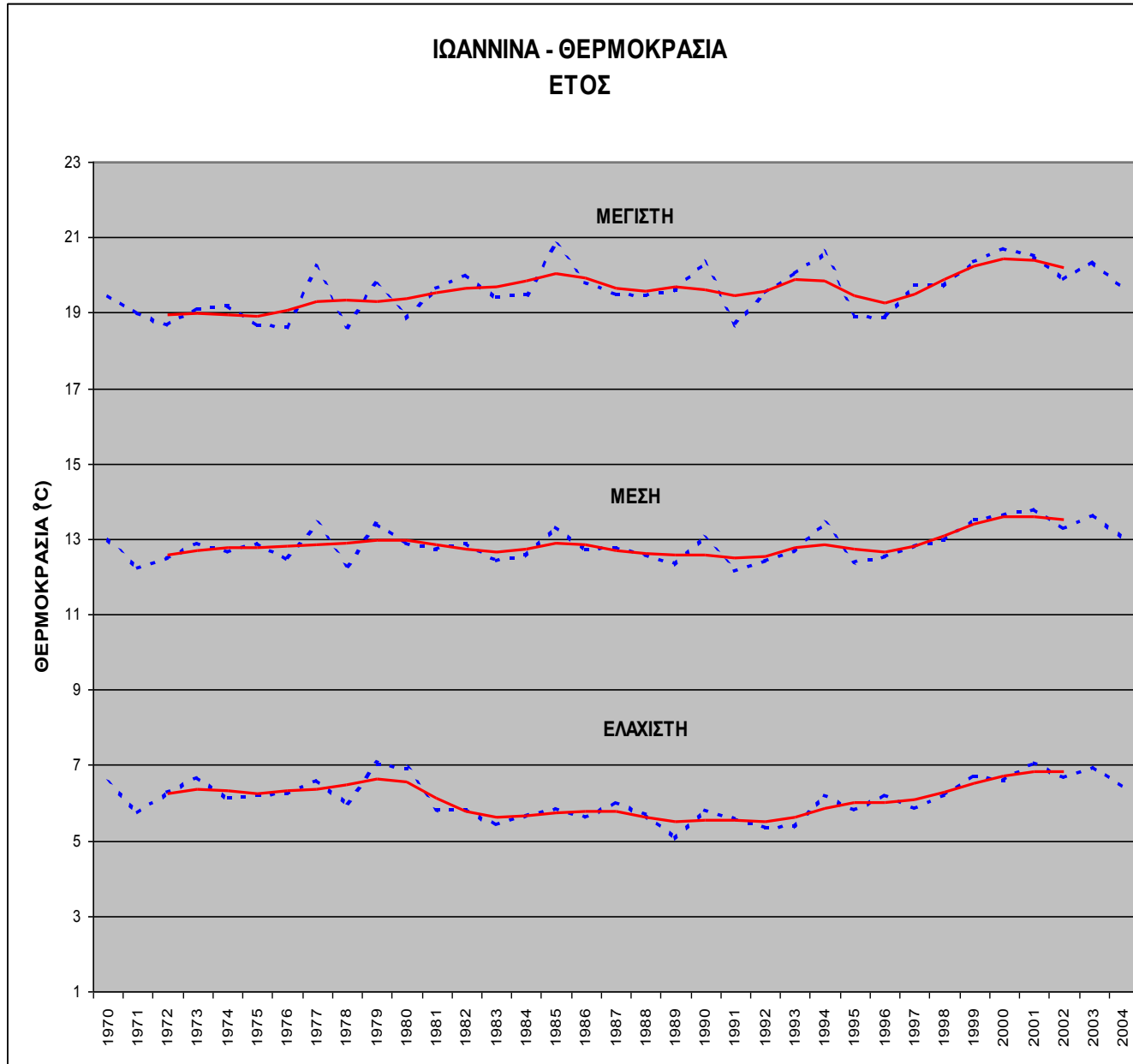
Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/North_Atlantic_oscillation#/media/File:Winter-NAO-Index.svg

■ Από τη δεκαετία του '60 και μέχρι αυτή του '90 το NAO έδειξε μια εμμονή στη θετική του φάση. Στη συνέχεια επέστρεψε στη μέση κλιματολογική του κατάσταση (μεταβλητότητα)

■ Θετική φάση του NAO => ενίσχυση των δυτικών ανέμων των μέσων γεωγραφικών πλατών
Μετατόπιση των υφέσεων των μέσων γεωγραφικών πλατών βόρεια



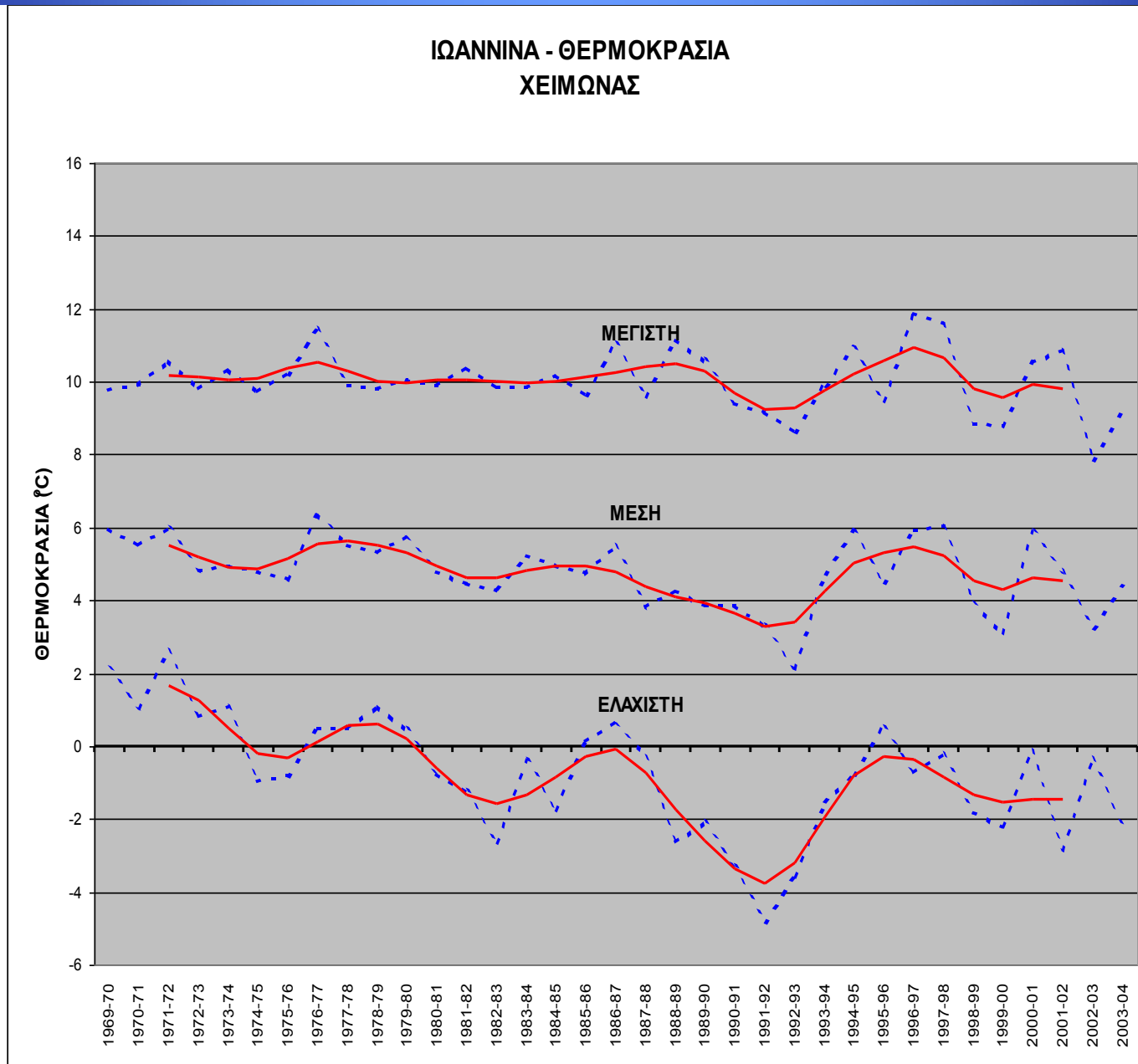
Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα



Πηγή: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina



Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα

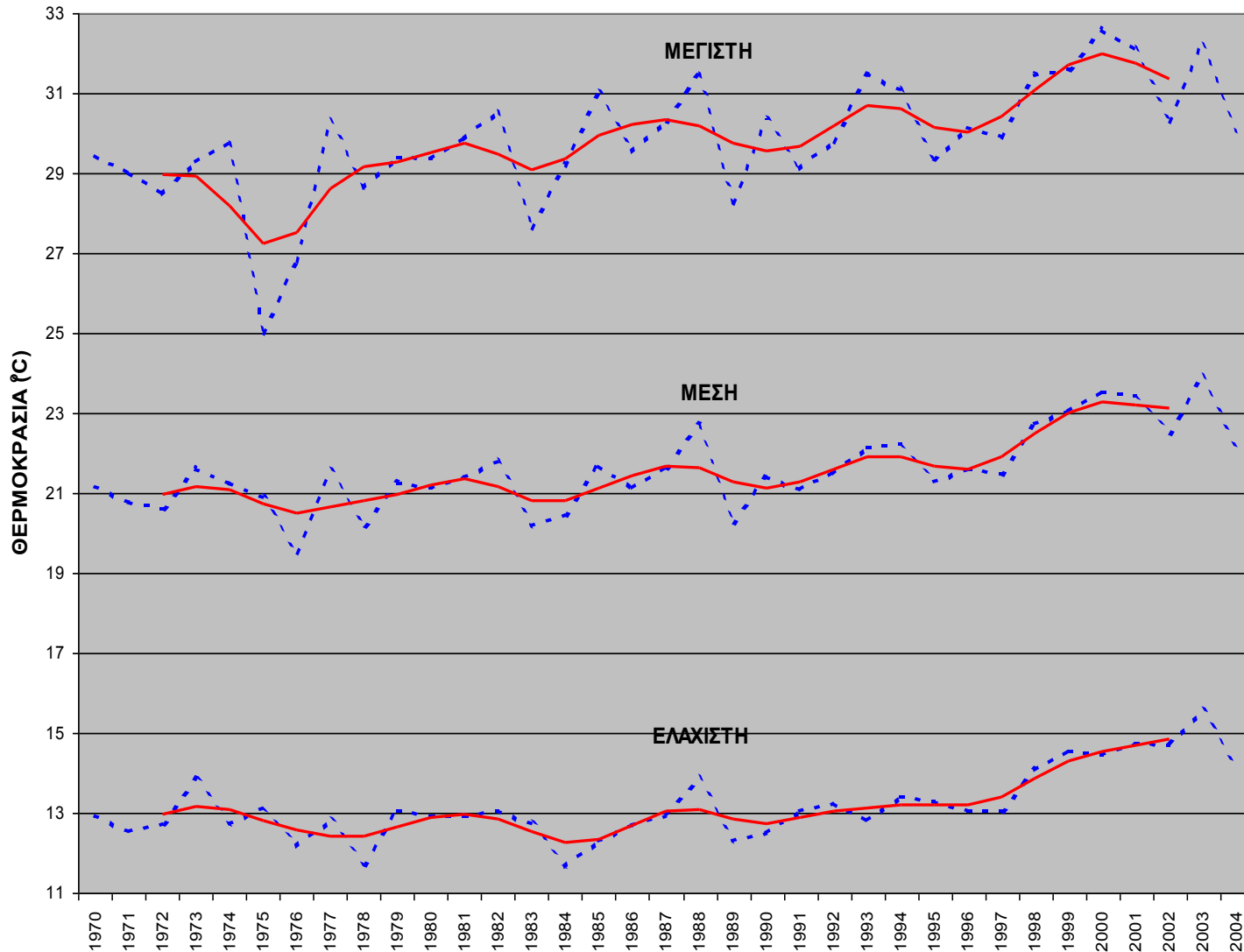


Πηγή: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina



Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα

ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ

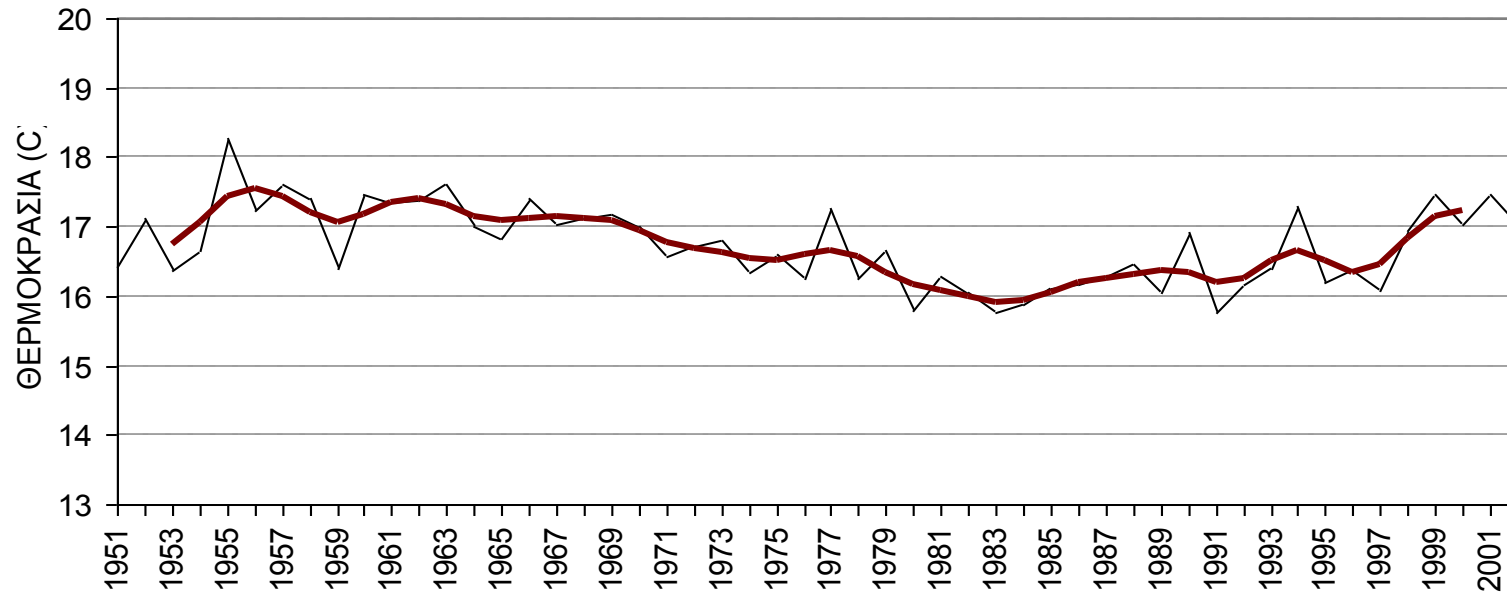


Πηγή: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina



Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα

ΑΓΡΙΝΙΟ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΕΤΟΥΣ

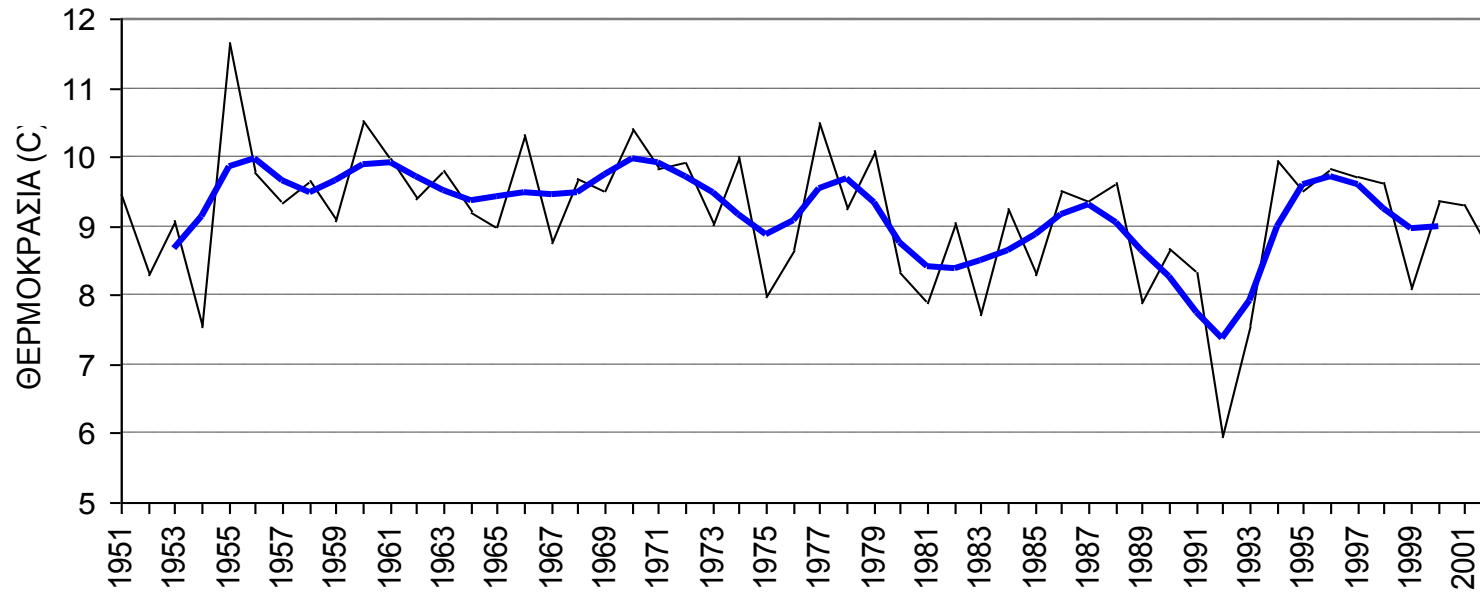


Πηγή: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina



Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα

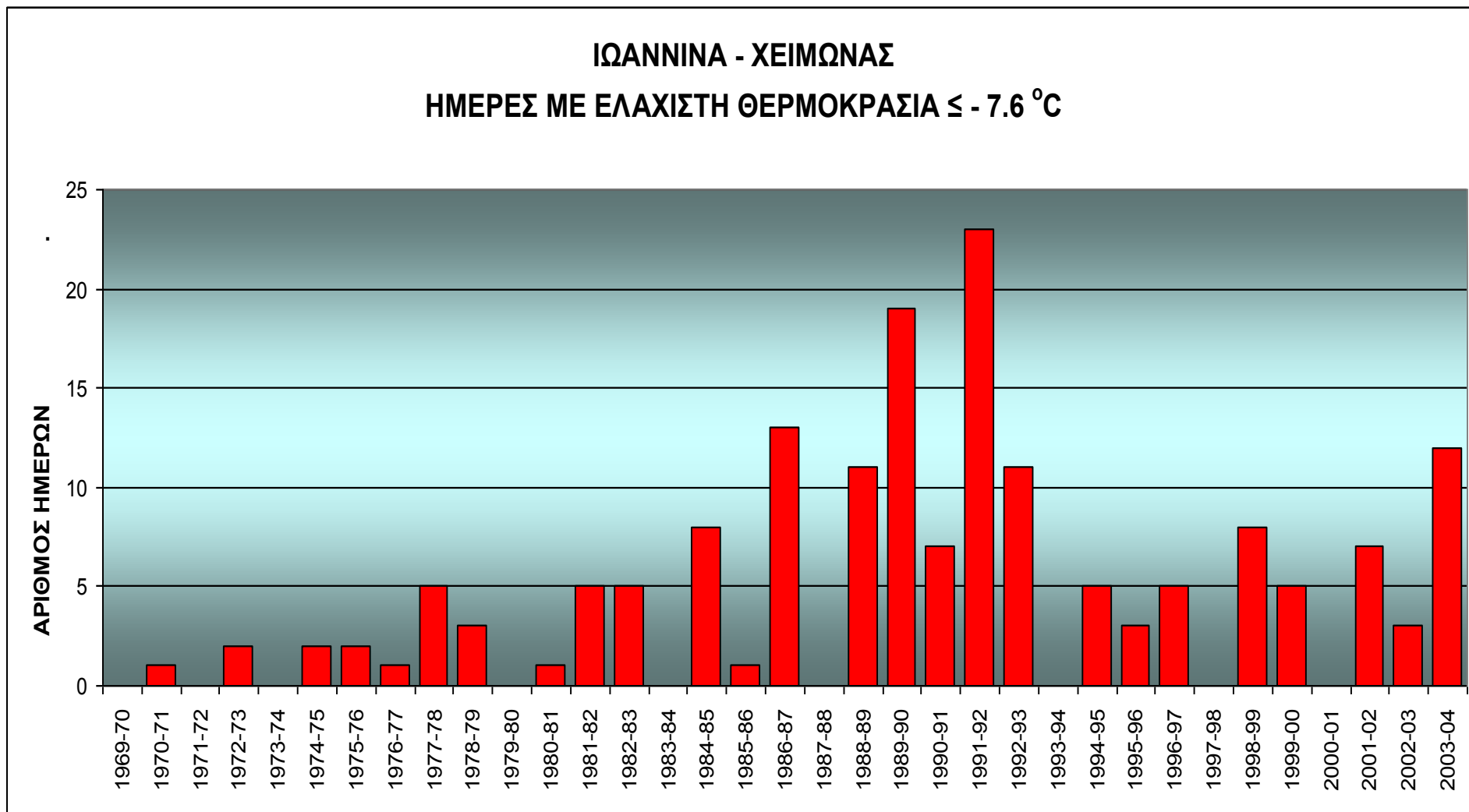
ΑΓΡΙΝΙΟ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΕΙΜΩΝΑ



Πηγή: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina

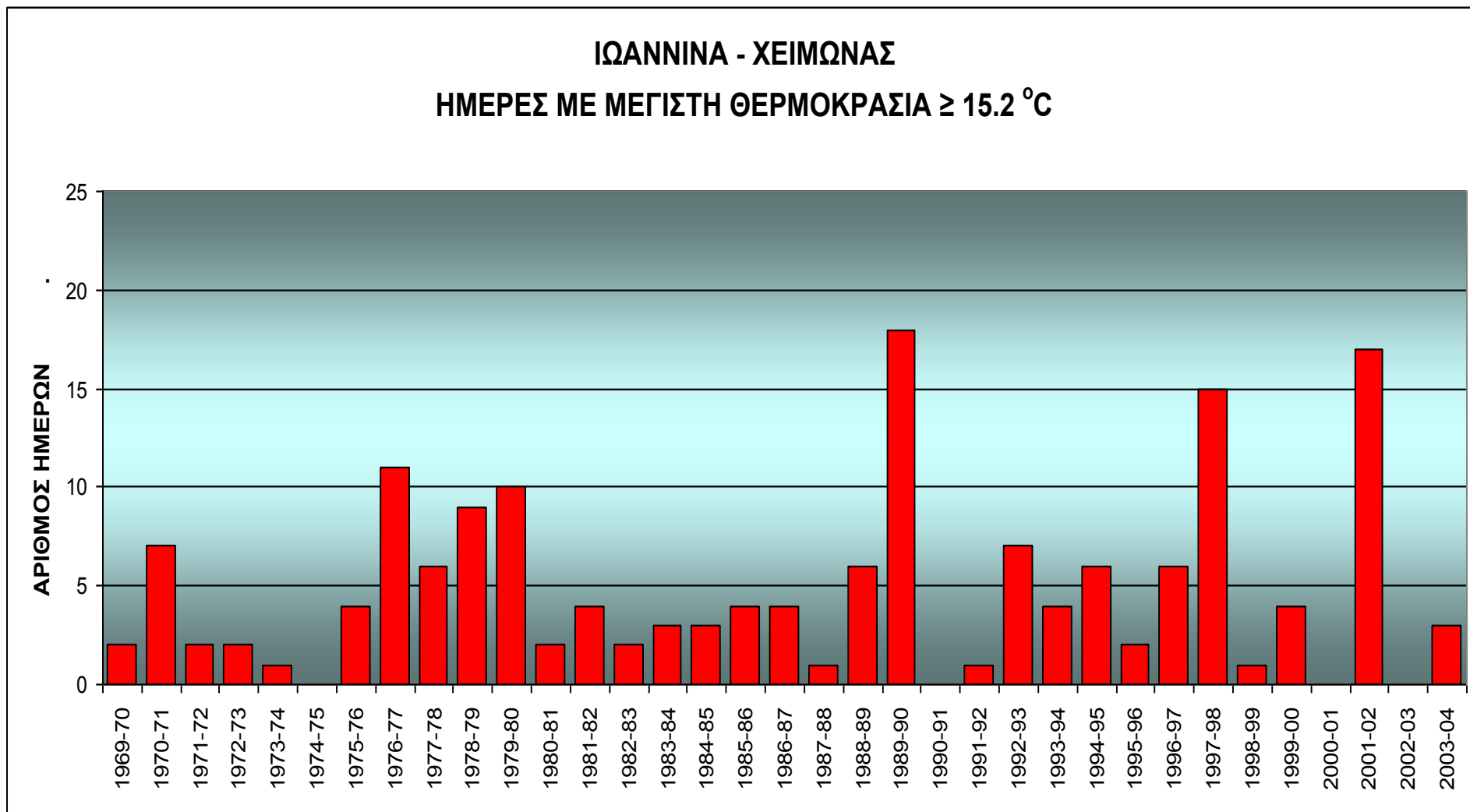


Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα



Πηγή: Χούσος, 2009

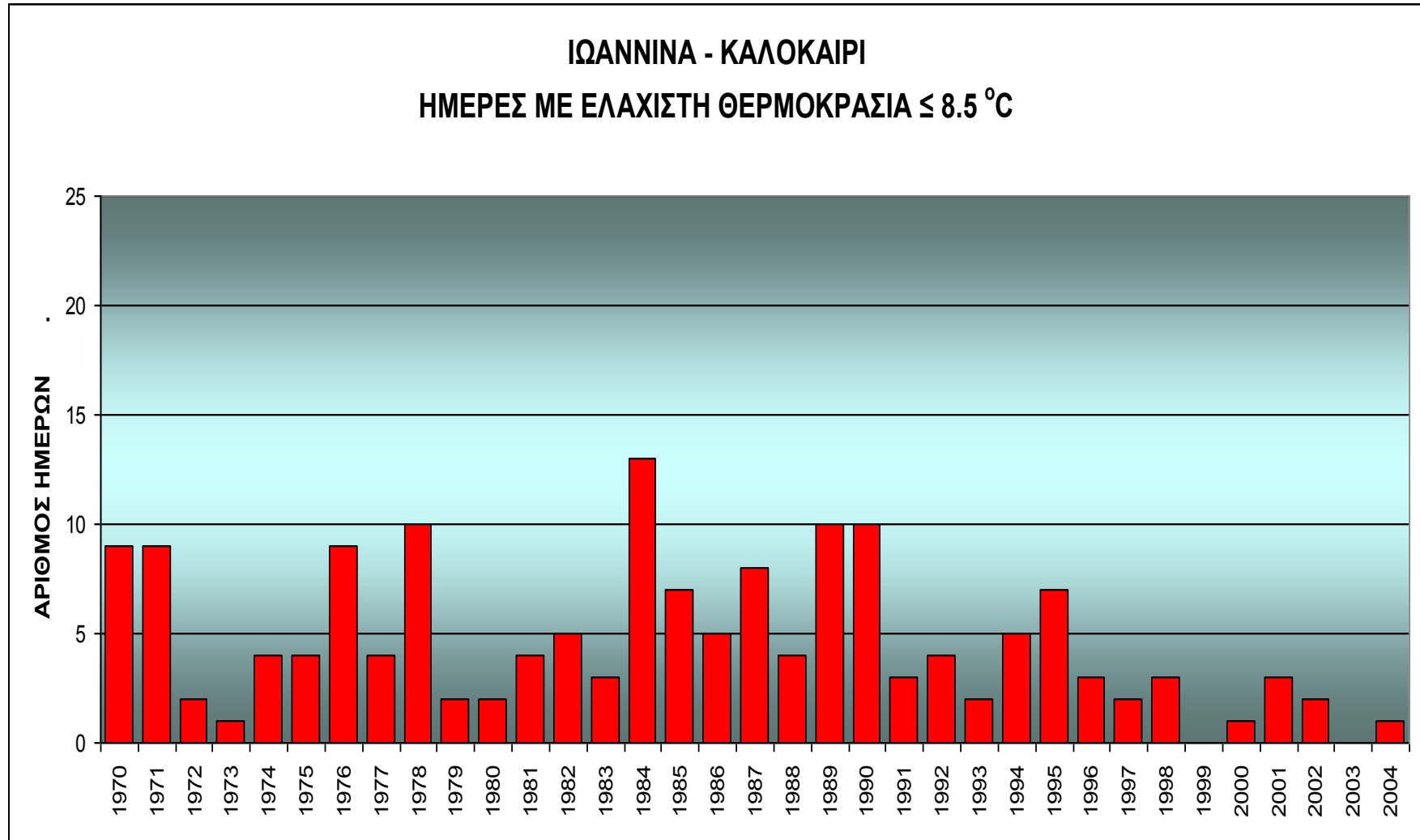




Πηγή: Χούσος, 2009



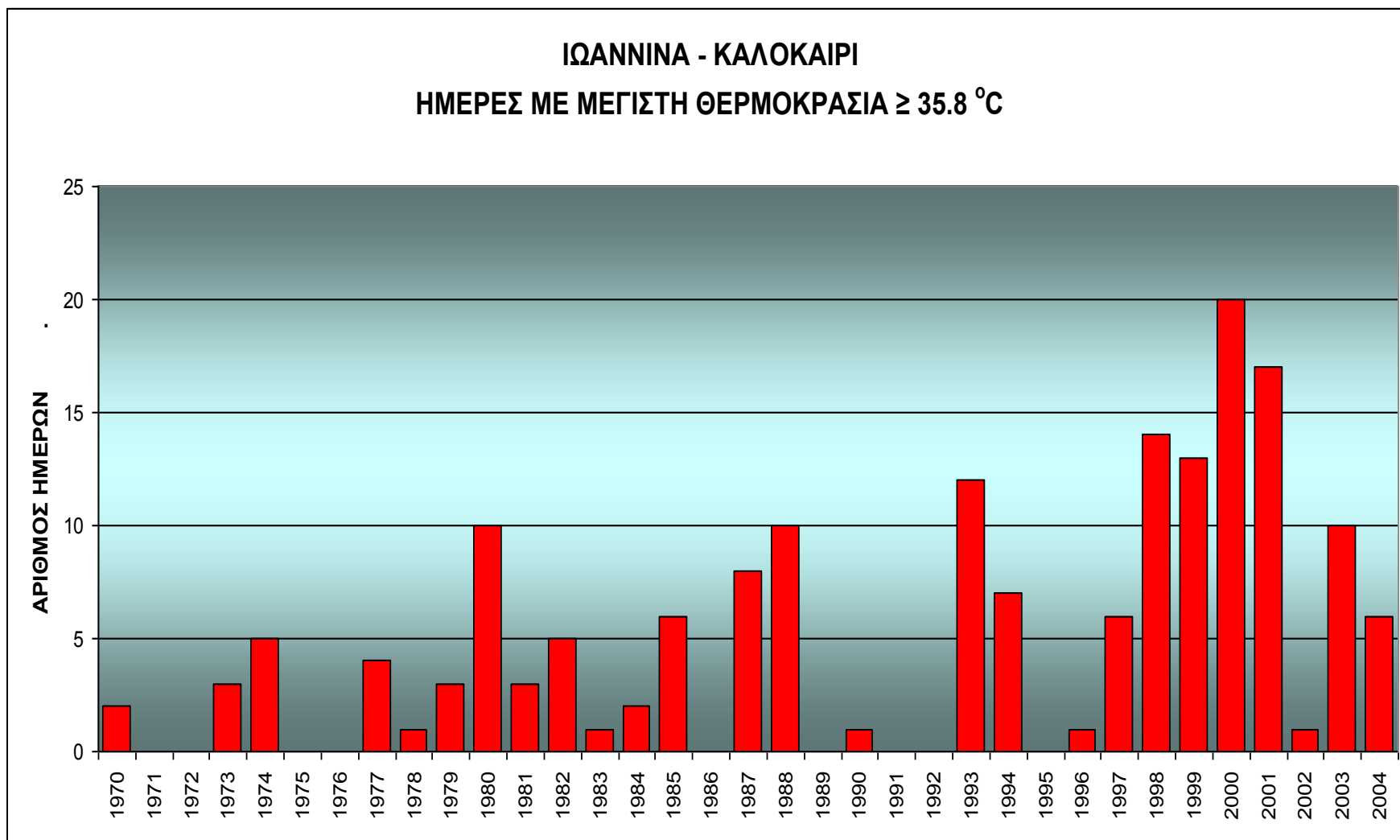
Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα



Πηγή: Χούσος, 2009



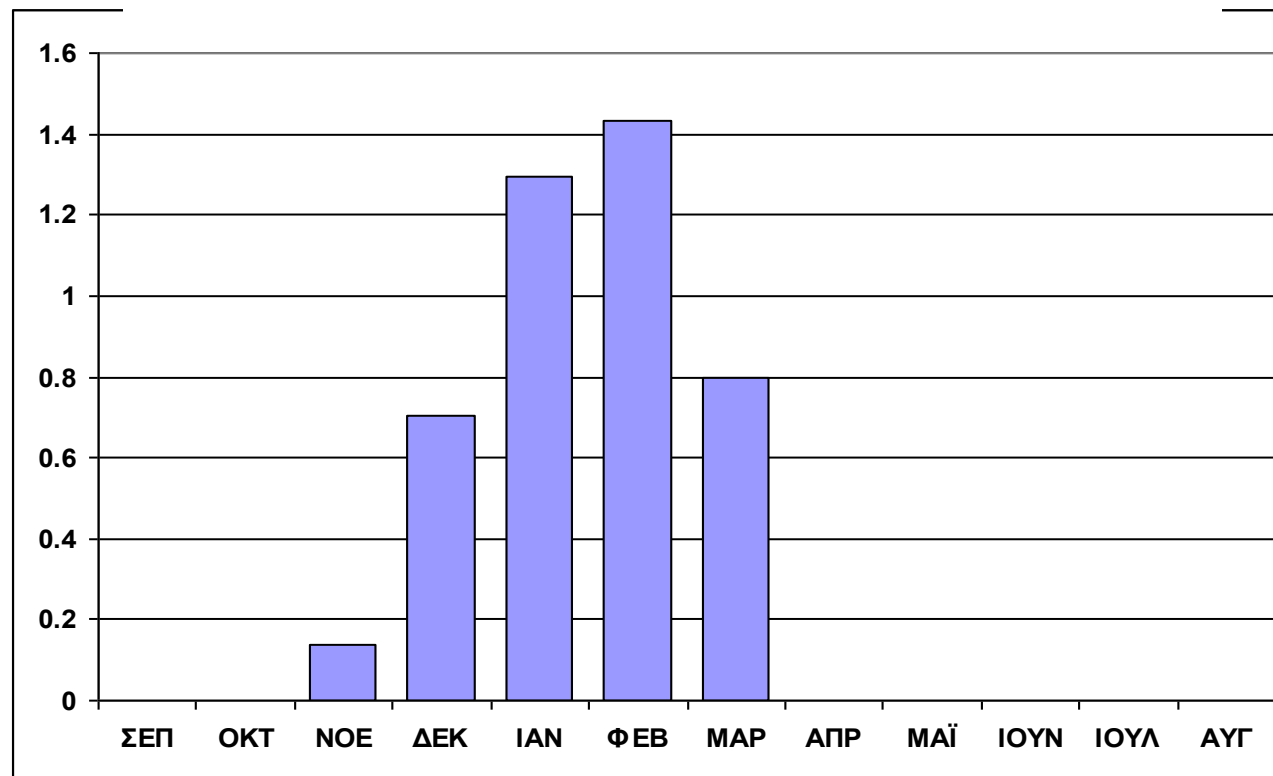
Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα



Πηγή: Χούσος, 2009



ΙΩΑΝΝΙΝΑ-ΑΡΙΘΜΟΣ ΗΜΕΡΩΝ ΧΙΟΝΟΠΤΩΣΗΣ

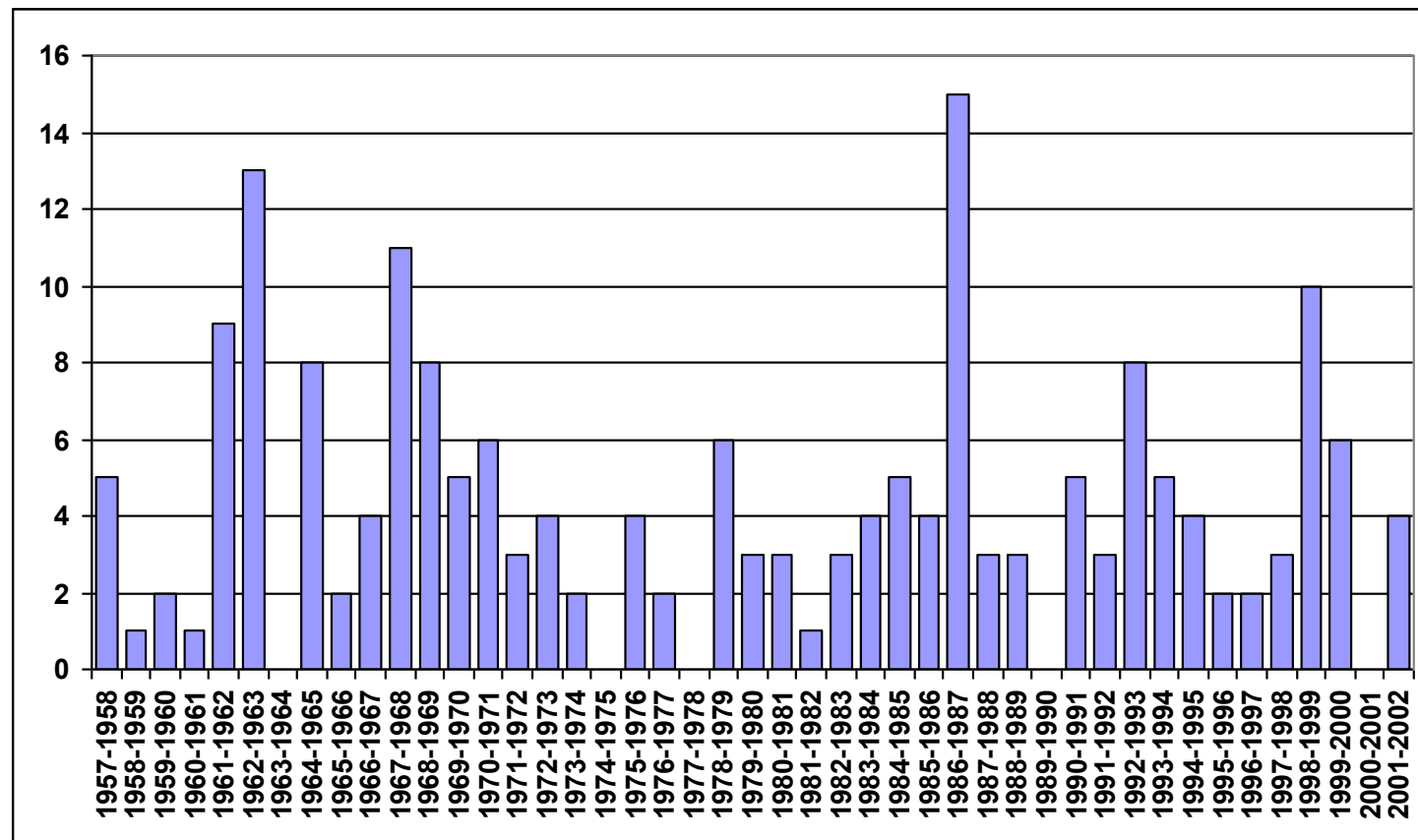


Πηγή: Χούσος, 2009

Μέση ενδο-ετήσια διακύμανση των ημερών χιονόπτωσης στα Ιωάννινα για την περίοδο 1/9/1957 έως 31/8/2002



ΙΩΑΝΝΙΝΑ-ΑΡΙΘΜΟΣ ΗΜΕΡΩΝ ΧΙΟΝΟΠΤΩΣΗΣ



Πηγή: Χούσος, 2009

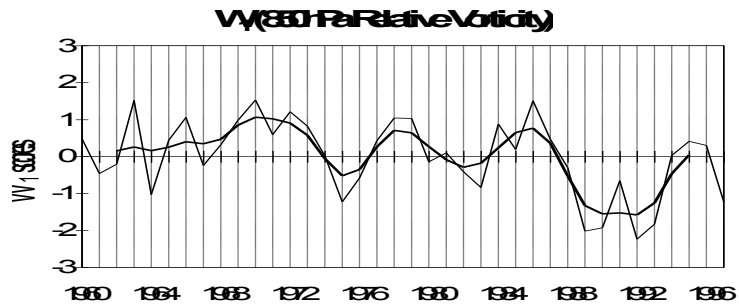
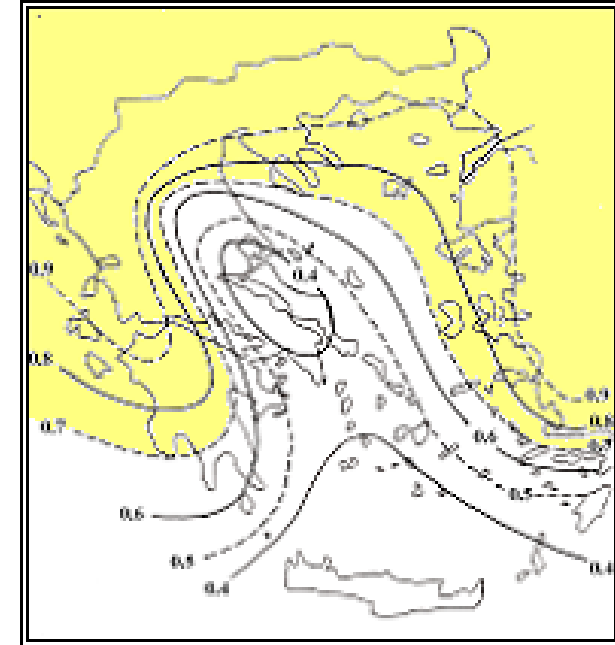
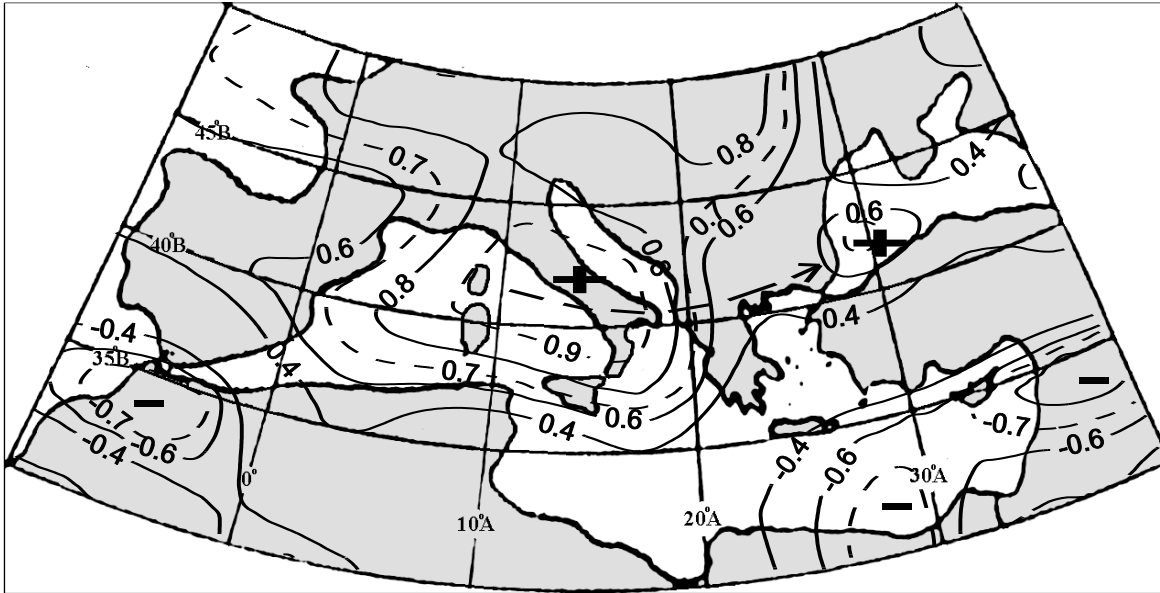
Χρονοσειρά του αριθμού των ημερών χιονόπτωσης στα Ιωάννινα για την περίοδο
1/9/1957 έως 31/8/2002



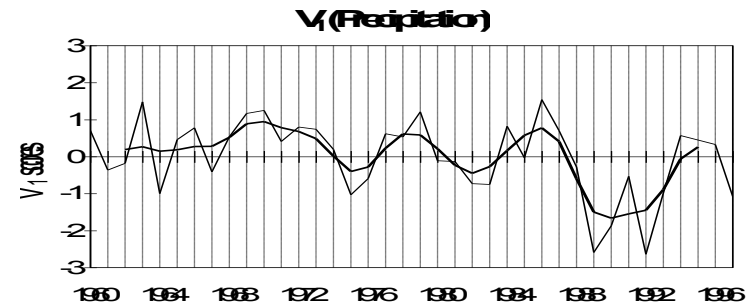
Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα

■ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΥΨΟΥΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ W1-850hPa ΣΤΡΟΒΙΛΙΣΜΟΥ και V1-ΥΕΤΟΥ

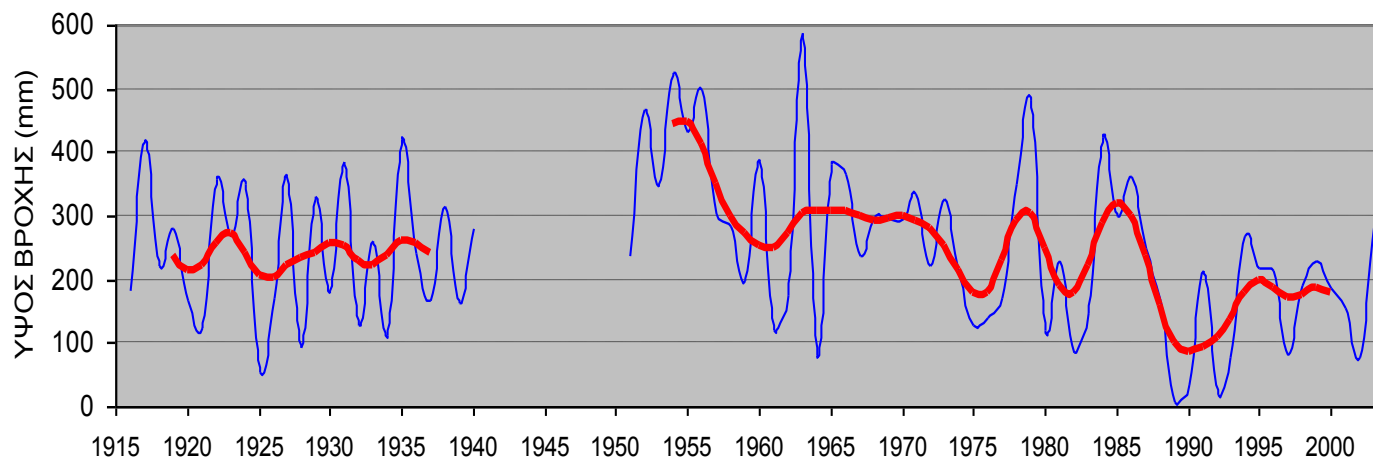


$$r_1 = 0.96$$

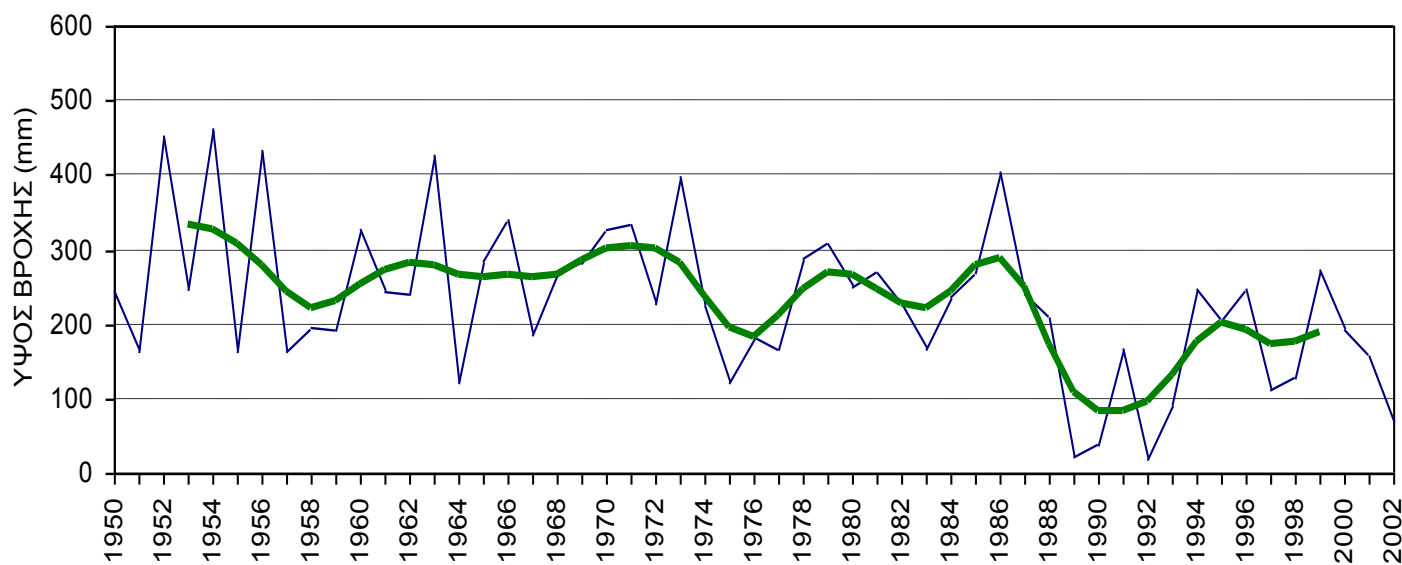


Κλιματικές Μεταβολές στην Ελλάδα

ΙΩΑΝΝΙΝΑ - ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ/ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ



ΑΓΡΙΝΙΟ - ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ/ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ

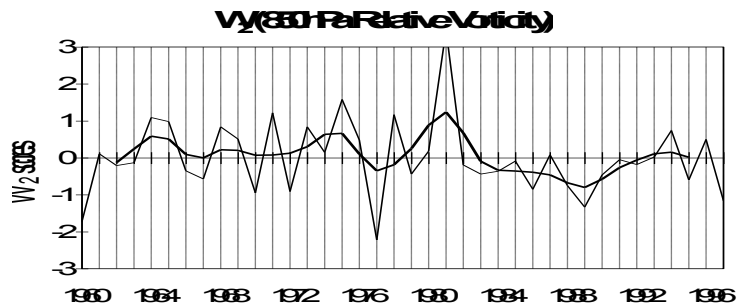
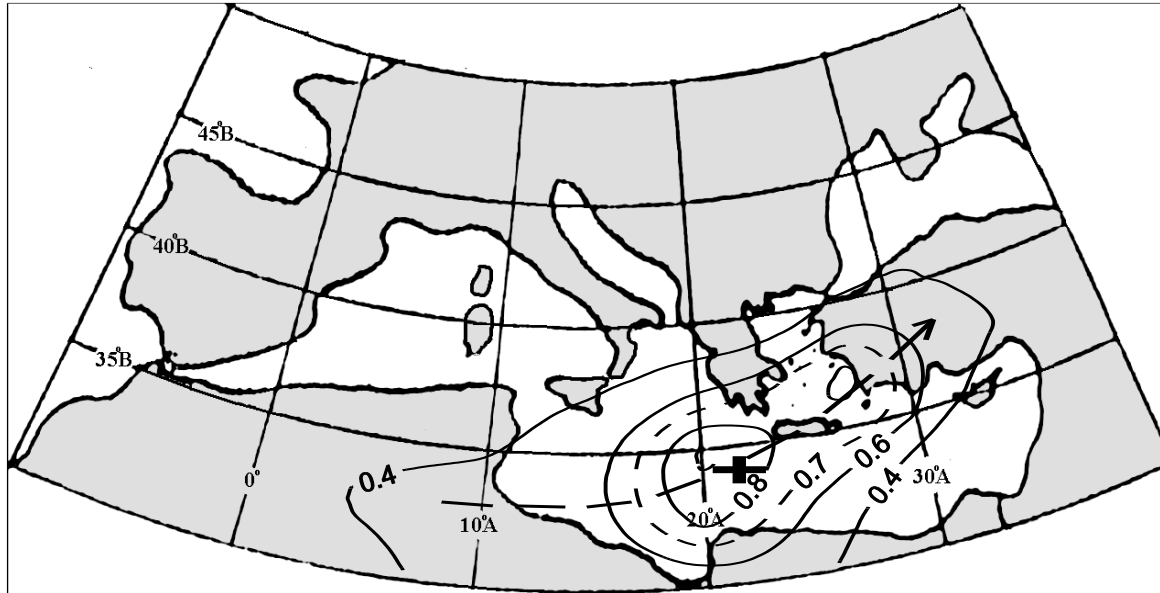


Πηγή: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina



■ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΥΨΟΥΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

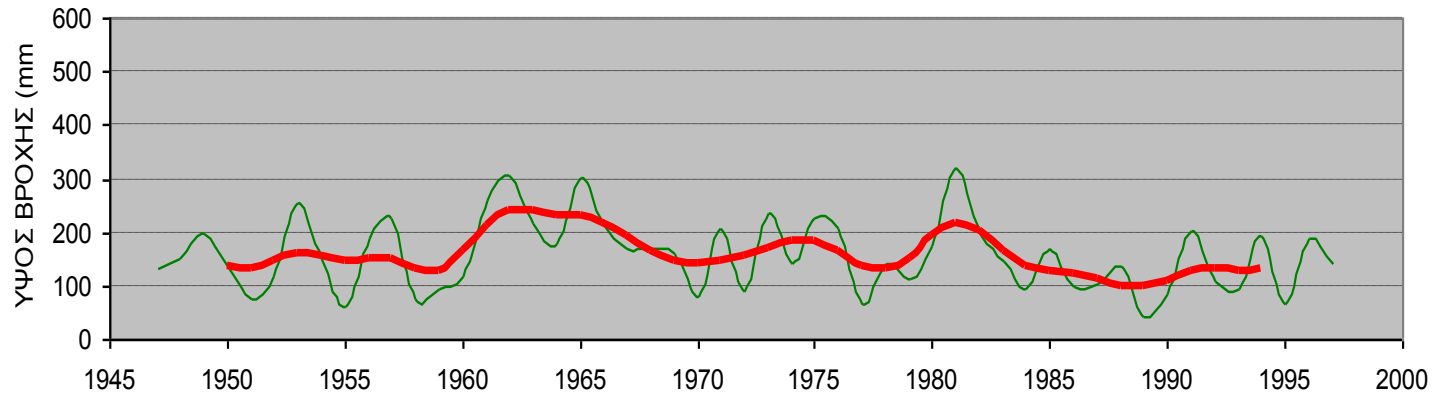
ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ W2-850hPa ΣΤΡΟΒΙΛΙΣΜΟΥ και V2-ΥΕΤΟΥ



$$r_2=0.80$$



ΗΡΑΚΛΕΙΟ - ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ/ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ



Πηγή: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina



Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την 1^η έκδοση.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright: Πανεπιστήμιο Πατρών, Αγγελική Φωτιάδη, 2014. Αγγελική Φωτιάδη. «Φαινόμενο του Θερμοκηπίου και Κλιματικές Μεταβολές.

8η ενότητα». Έκδοση: 1.0. Αγρίνιο 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/ENV119/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού, Απαγόρευση Εμπορικής Χρήσης και Όχι Παράγωγα Έργα. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

« Το υλικό της παρουσίασης προέρχεται από τις πανεπιστημιακές παραδόσεις της καθηγήτριας Αγγελικής Φωτιάδη».



Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Διαφάνεια 8: Figure SPM. 1 from IPCC report 2013 with full reference:
IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Διαφάνεια 13: Figure 3.14 from IPCC report 2007 with full reference see slide # **10**

Διαφάνεια 14: Figure SPM. 2 from IPCC report 2013 with full reference see slide # **8**

Διαφάνεια 15: Figure 3.21 from IPCC report 2007 with full reference see slide # **10**

Figure 2.30 & 2.31 from IPCC report 2013 with full reference see slide # **5**

Διαφάνεια 16: Figure SPM. 3 from IPCC report 2013 with full reference see slide # **8**

http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/slides/large/04.17.jpg

Διαφάνεια 18: Figure 3.2 from IPCC report 2013 with full reference see slide # **17**

Διαφάνεια 20: Figure SPM. 3 from IPCC report 2013 with full reference see slide # **8**

Διαφάνεια 21: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Polar_bear_-_still_wet_from_a_close_shave....jpg

Διαφάνεια 23: Figure 2.32 from IPCC report 2013 with full reference see slide # **5**

Διαφάνεια 24: Figure 2.32 from IPCC report 2013 with full reference see slide # **5**

Διαφάνεια 25:

http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/vol4/english/037.htm



Διαφάνεια 27 :

https://en.wikipedia.org/wiki/2011_East_Africa_drought#/media/File:2011_Horn_of_Africa_famine_Oxfam_01.jpg

Διαφάνεια 28 : https://en.wikipedia.org/wiki/Hurricane_Rita#/media/File:HurricaneRita21Sept05a.jpg

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FEMA_-_32048_-_Red_car_floating_in_flood_waters_in_Oklahoma.jpg

Διαφάνεια 30: with the courtesy of Dr Christos LOLIS (University of Ioannina)

Διαφάνεια 31: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oscillation_nord-atlantique.png

Διαφάνεια 32: https://en.wikipedia.org/wiki/North_Atlantic_oscillation#/media/File:Winter-NAO-Index.svg

Διαφάνεια 33, 34, 35, 36, 37: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina

Διαφάνεια 38 – 43: Χούσος Η. Ε., 2009. “Συμβολή στην Έγκαιρη και Έγκυρη Πρόγνωση Ακραίων Καιρικών Φαινομένων στον Ελληνικό Χώρο με τη Χρήση Πολυμεταβλητών Στατιστικών Μεθόδων”. Διδακτορική Διατριβή, Ιωάννινα, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, σελ. 302.

Διαφάνεια 44: Bartzokas, C. J. Lolis, D. A. Metaxas, 2003: The 850 hPa relative vorticity centres of action for winter precipitation in the Greek area. *International Journal of Climatology*. 23, 813-828.

Διαφάνεια 45: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina

Διαφάνεια 46: Bartzokas, C. J. Lolis, D. A. Metaxas, 2003: The 850 hPa relative vorticity centres of action for winter precipitation in the Greek area. *International Journal of Climatology*. 23, 813-828.

Διαφάνεια 47: with the courtesy of Laboratory of Meteorology, Department of Physics University of Ioannina

