



«Η Κλιματική Αλλαγή στην Ελλάδα από  
την Αρχαιότητα ως το Μέλλον»

Χρήστος Σ. Ζερεφός

Ακαδημαϊκός

*Ημερίδα «Κλιματική Αλλαγή,  
Ενέργεια και Ελληνικό Περιβάλλον»*

*Μουσείο Ακρόπολης, 28 Ιανουαρίου 2020*



«ΟΥΚ ΑΙΕΙ Δ' ΟΙ ΑΥΤΟΙ ΤΟΠΟΙ ΤΗΣ  
ΓΗΣ ΕΝΥΓΡΟΙ ΕΙΝΑΙ  
ΟΥΤΕ ΞΗΡΟΙ ΑΛΛΑ  
ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΥΣΙΝ ...  
ΚΑΤΑ ΜΕΝΤΟΙ ΤΙΝΑ ΤΑΞΙΝ  
ΝΟΜΙΖΕΙΝ ΧΡΗ ΤΑΥΤΑ  
ΓΙΓΝΕΣΘΑΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΟΝ ...»

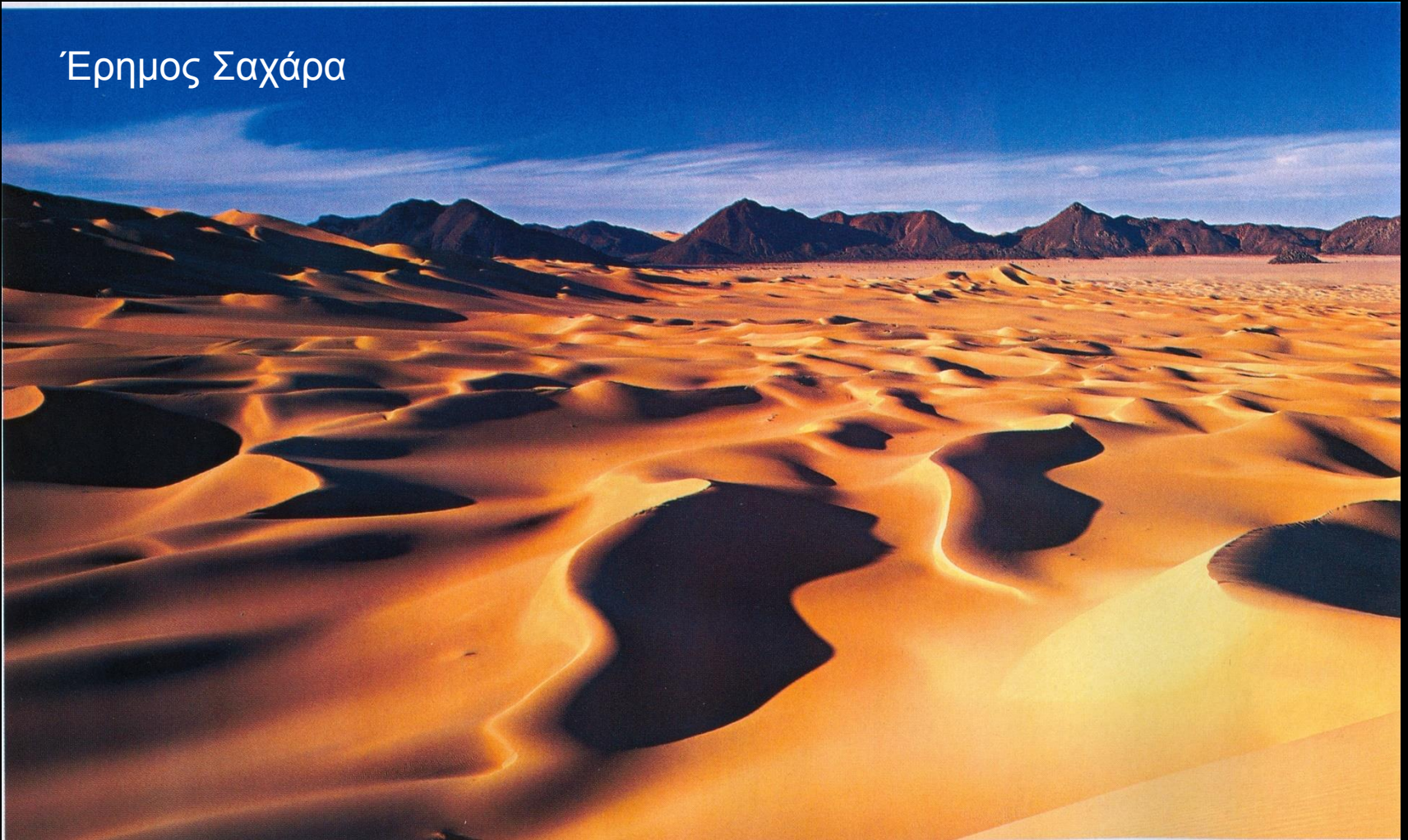
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ  
Βιβλίων Ι Κεφ 14

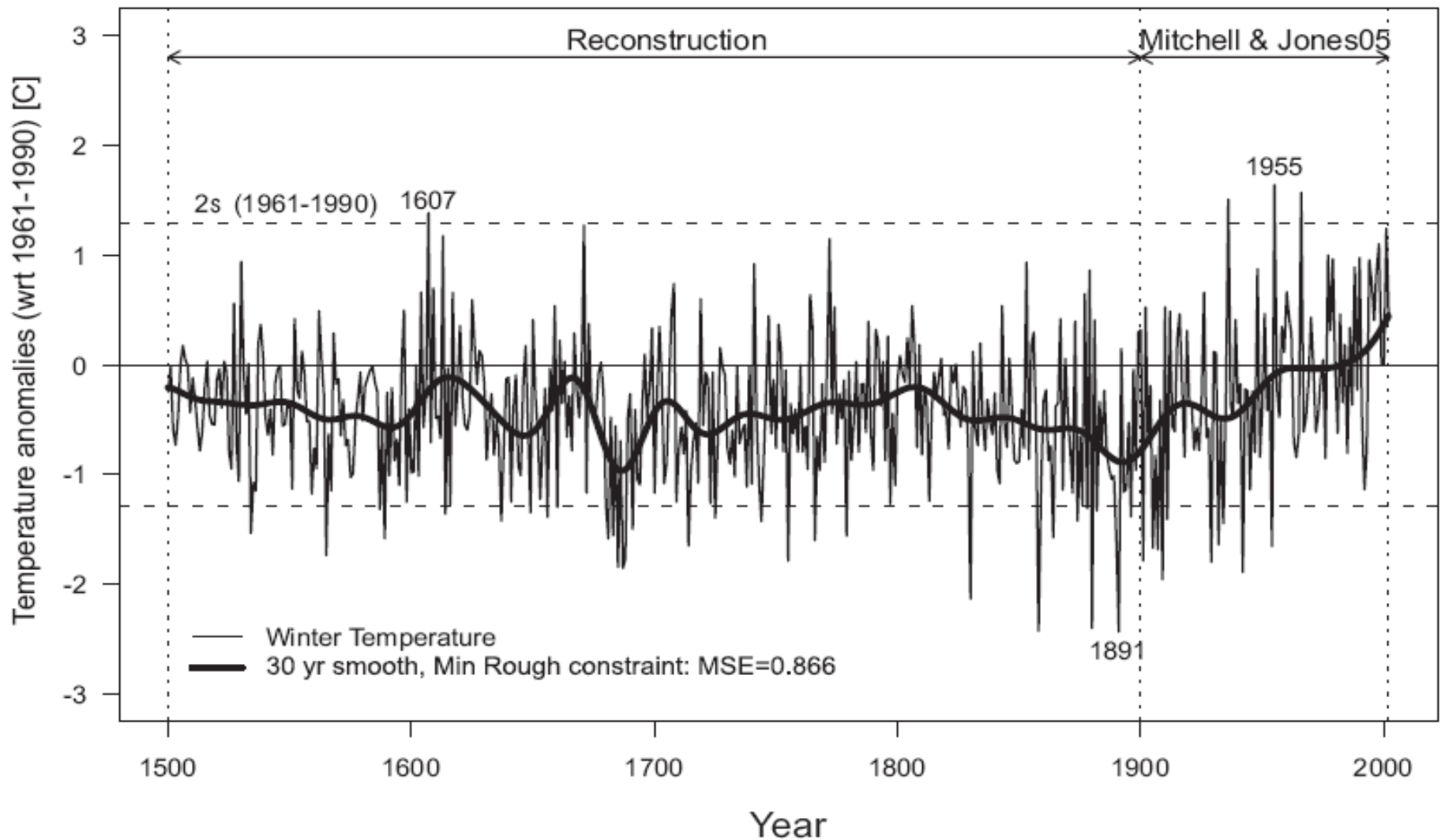
Από τη «Σχολή των Αθηνών» του Ραφαήλ, ο  
Πλάτων και ο Αριστοτέλης

...Οίον συμβέβηκεν καί τά περί Αίγυπτον· καί γάρ ούτος αεί ξηρότερος ό τόπος φαίνεται γιγνόμενος καί πάσα η χώρα του ποταμού πρόσχωσις ούσα του Νείλου...

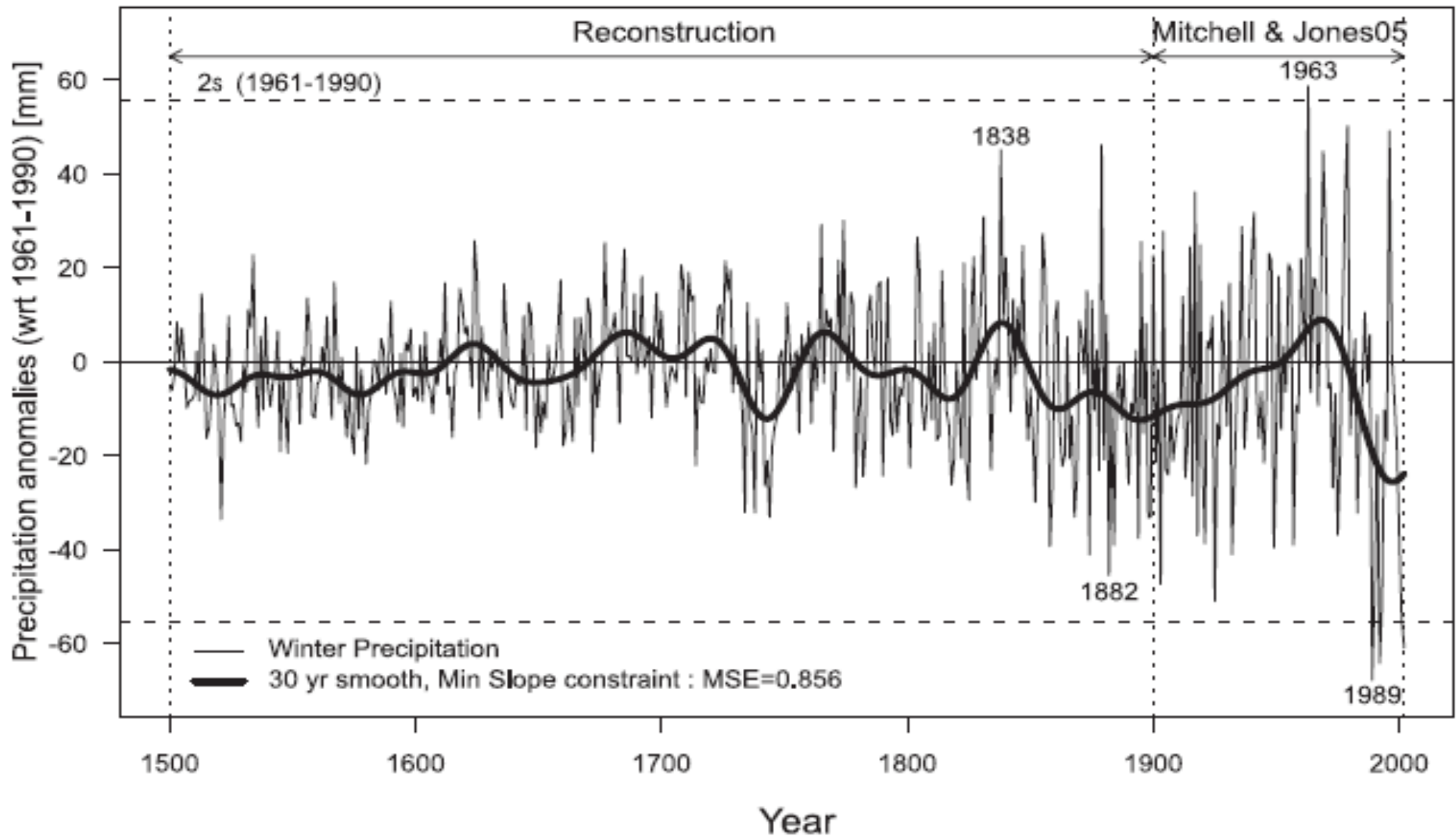
*Αριστοτέλης, Μετεωρολογικά, Ι., Κεφάλαιον 14*

Έρημος Σαχάρα





Μεταβολές της θερμοκρασίας τους χειμώνες από ιστορικές και έμμεσες πηγές από το 1500 έως το 2002 στην περιοχή της Μεσογείου. (Luterbacher et. al., 2006)



Μέση βροχόπτωση το χειμώνα στη Μεσόγειο από ιστορικές και άλλες πηγές από το 1500 έως το 2002. (Luterbacher et al., 2006)

Η ΠΑΓΩΜΕΝΗ ΛΙΜΝΗ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ "ΠΑΜΒΩΤΙΣ", ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 1929



Το 1428 ο Durahan διασχίζει με ολόκληρο ασκέρι τη λίμνη. Το απέδωσε σε θαύμα της Παναγίας και με έξοδά του έκτισε μοναστήρι που φέρει το όνομά του. Από τις τελευταίες φορές που πάγωσε η λίμνη τον 20<sup>ο</sup> αιώνα.



ΟΙ ΠΑΓΟΙ ΣΤΟΝ ΒΟΣΠΟΡΟ: Ερασιτεχνική φωτογραφία δεκαετίας 1930 του Ιωάννη Μ. Λιάτσου.  
Το τελευταίο παρόμοιο φαινόμενο συνέβει και το χειμώνα 1956/1957



«...ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙ ΤΟΝ ΗΛΙΟΝ ΑΜΑΥΡΩΜΑ ΤΗΣ ΑΥΓΗΣ. ΟΛΟΝ ΓΑΡ ΕΚΕΙΝΟΝ ΤΟΝ ΕΝΙΑΥΤΟΝ (44 π.Χ.) ΩΧΡΟΣ ΜΕΝ Ο ΚΥΚΛΟΣ (ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ) ΚΑΙ ΜΑΡΜΑΡΥΓΑΣ ΟΥΚ ΕΧΩΝ ΑΝΕΤΕΛΛΕΝ, ΑΔΡΑΝΕΣ ΔΕ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΝ ΑΠ' ΑΥΤΟΥ ΚΑΤΗΙ ΤΟ ΘΕΡΜΟΝ, ΩΣΤΕ ΤΟΝ ΜΕΝ ΑΕΡΑ ΔΝΟΦΕΡΟΝ (ΖΟΦΕΡΟΝ) ΚΑΙ ΒΑΡΥΝ ΑΣΘΕΝΕΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΚΡΙΝΟΥΣΗΣ ΑΥΤΟΝ ΑΛΕΑΣ ΕΠΙΦΕΡΕΣΘΑΙ ΤΟΥΣ ΔΕ ΚΑΡΠΟΥΣ ΗΜΙΠΕΠΤΟΥΣ ΚΑΙ ΑΤΕΛΕΙΣ ΑΠΑΝΘΗΣΑΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΜΑΣΑΙ ΔΙΑ ΤΗΝ ΨΥΧΡΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΝΤΟΣ (ΑΕΡΟΣ)»

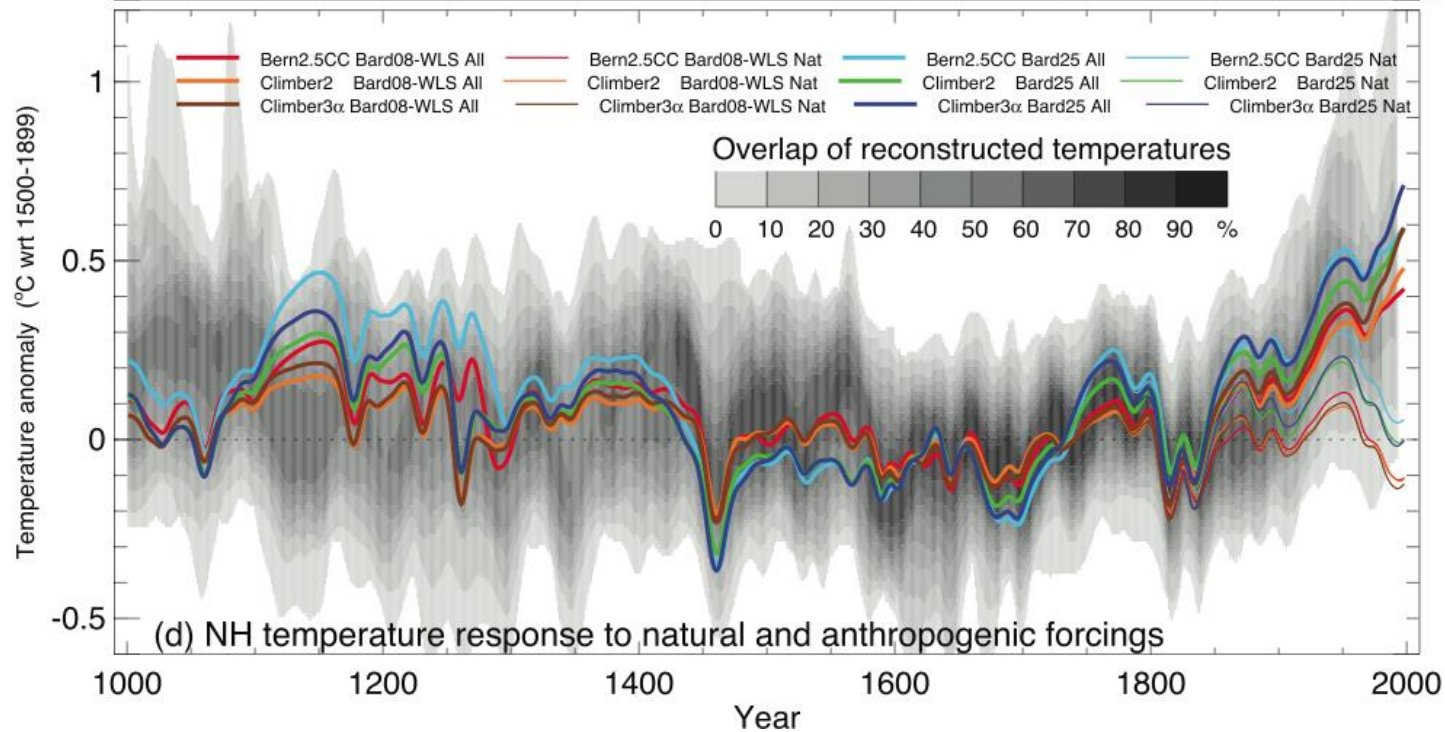
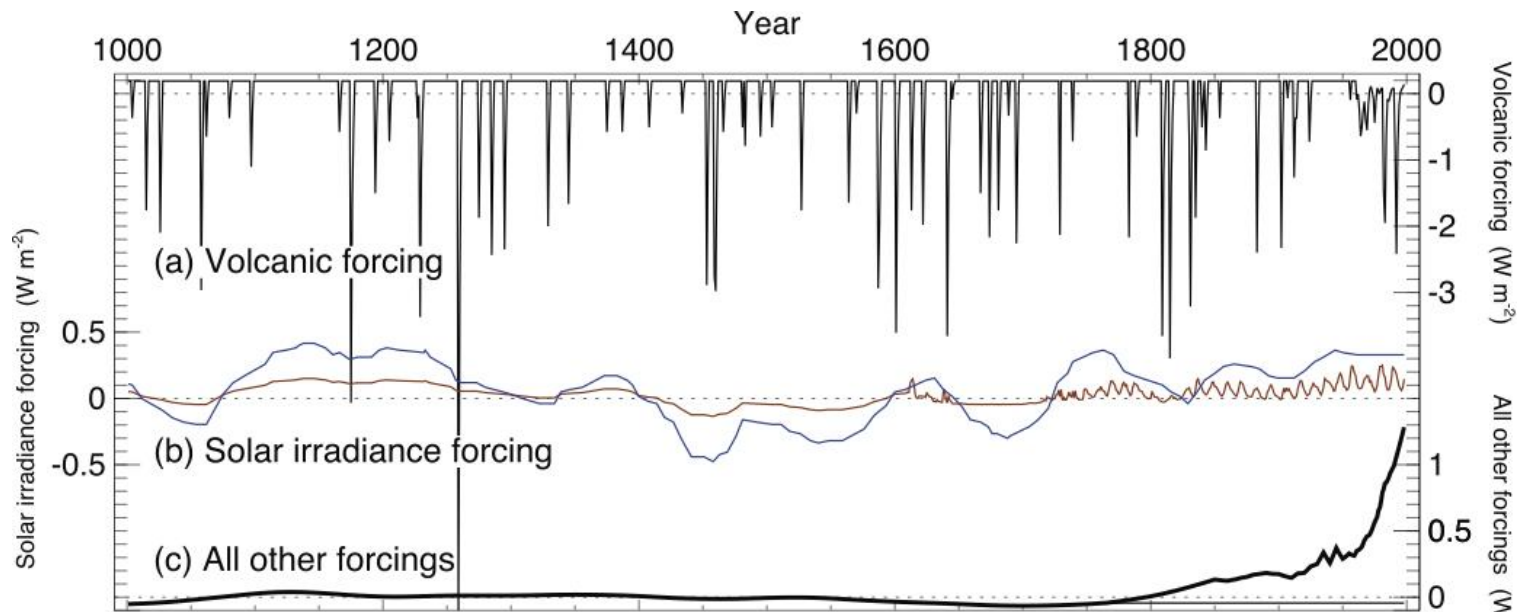
ΠΛΟΥΤΑΡΧΟΥ ΒΙΟΙ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ: ΚΑΙΣΑΡ  
ΤΟΜΟΣ ΚΖ', 69, ΜΕΤΑΦΡ. Α.Ι. ΠΟΥΡΝΑΡΑ, ΠΑΠΥΡΟΣ, ΑΡ. 426

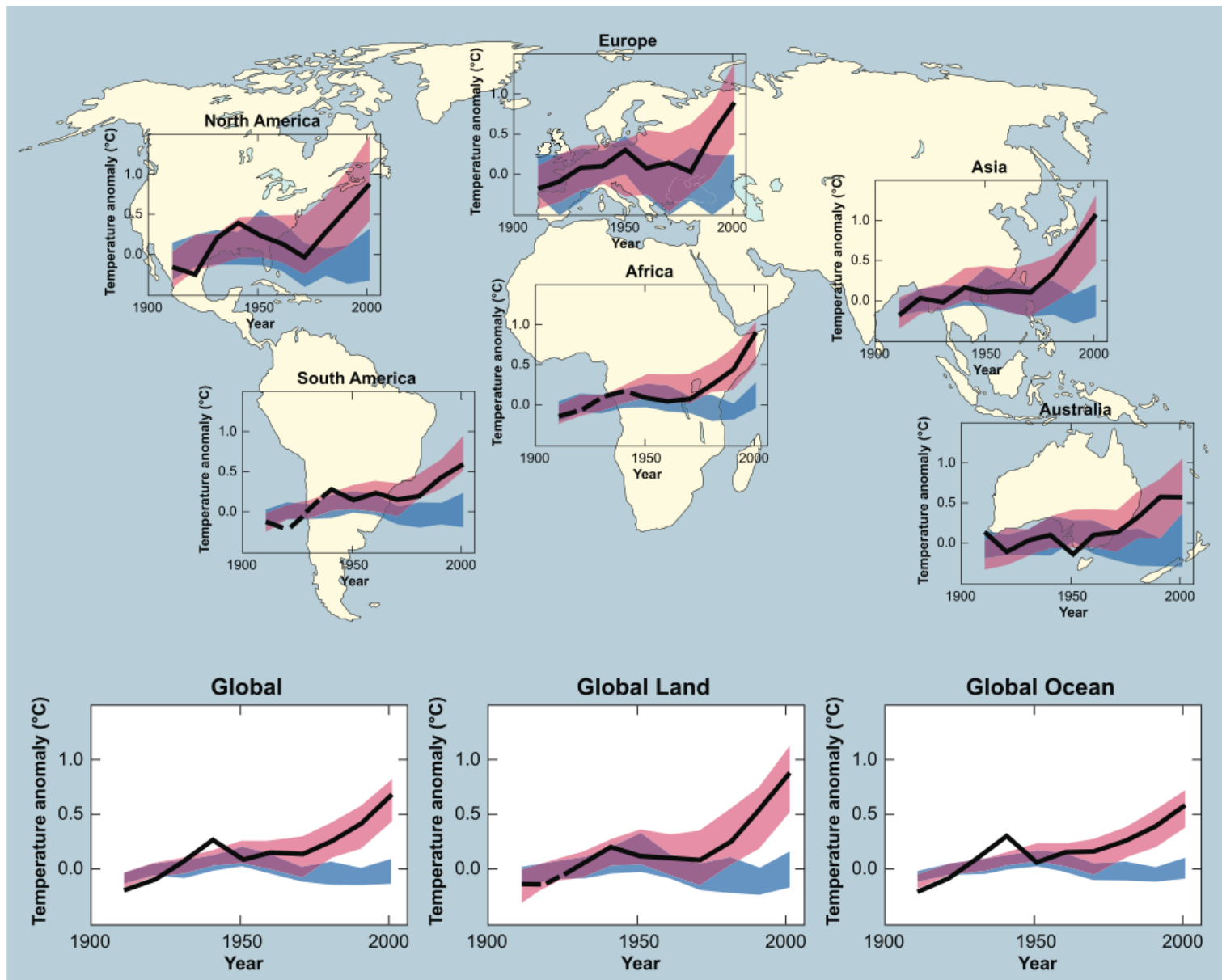


August 30, 1984



August 8, 1991

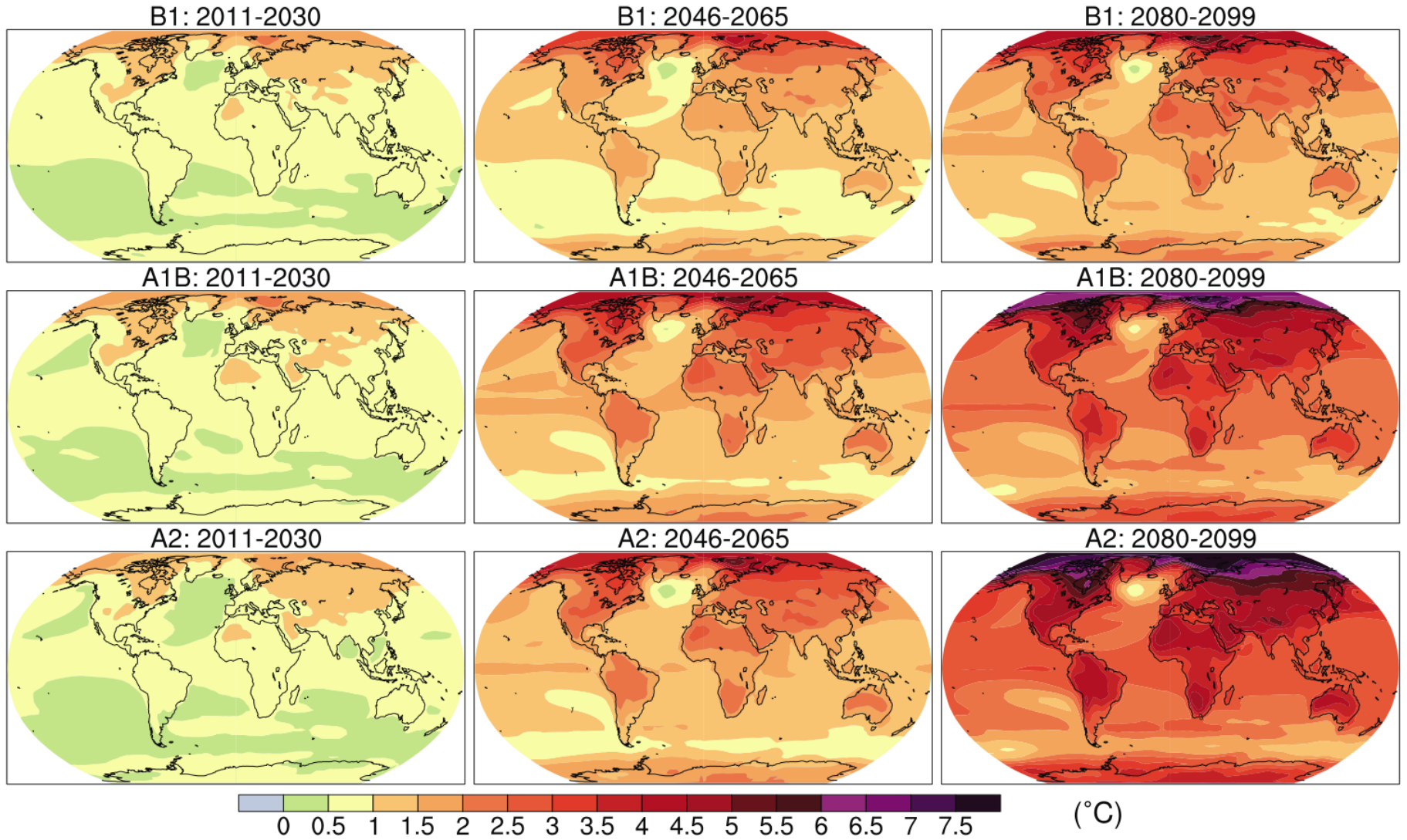




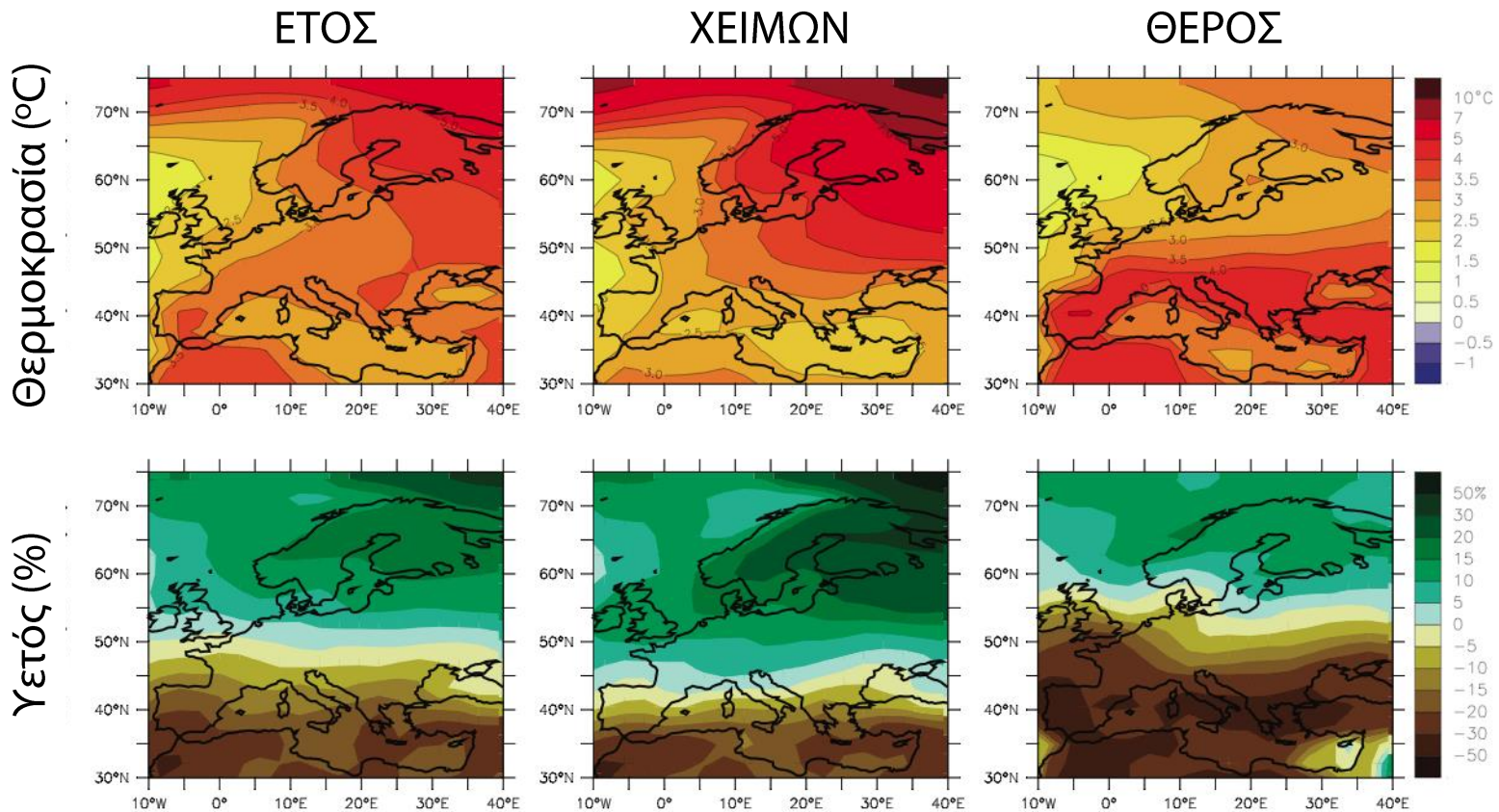
models using only natural forcings  
 models using both natural and anthropogenic forcings

**—** observations

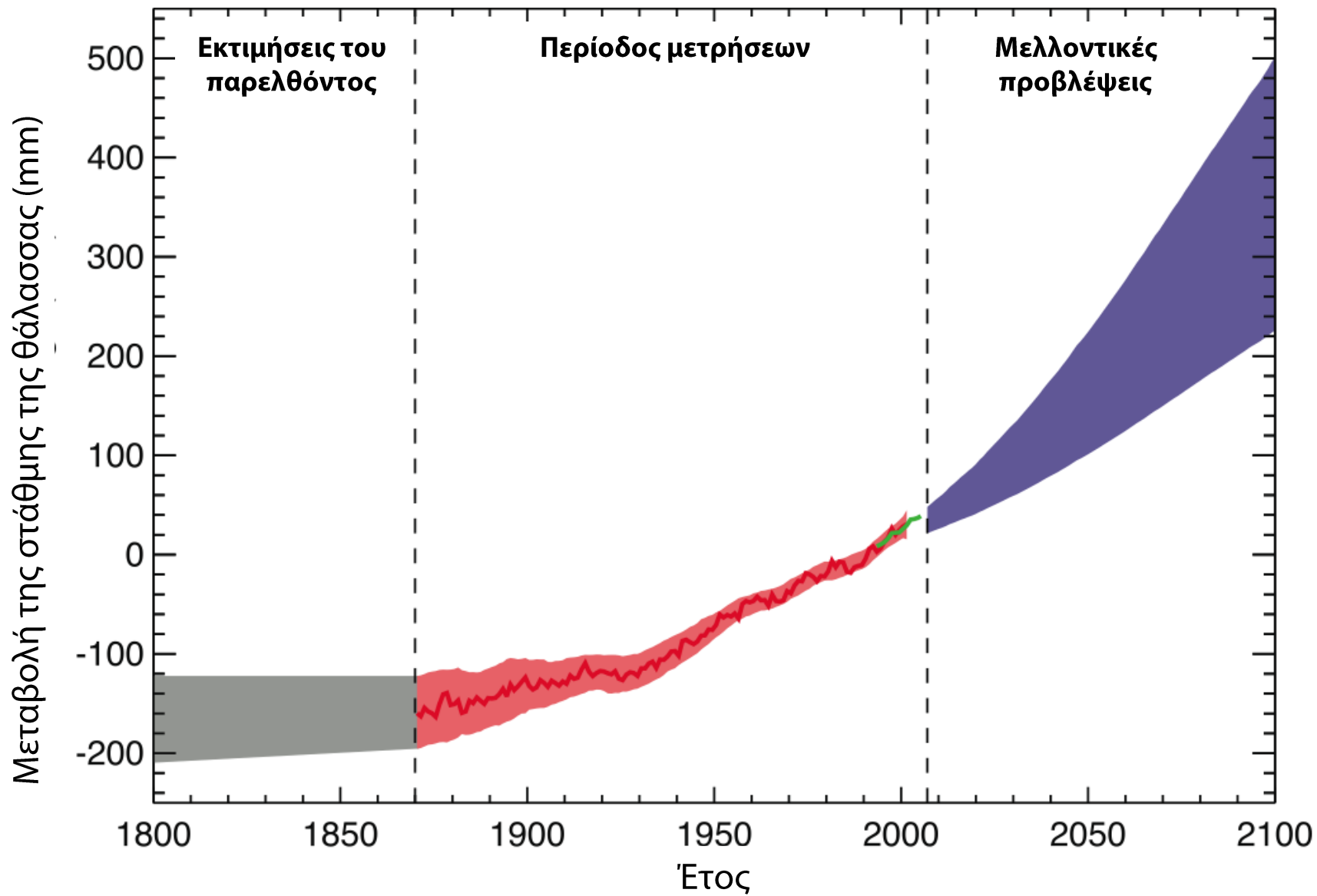
©IPCC 2007: WG1-AR4



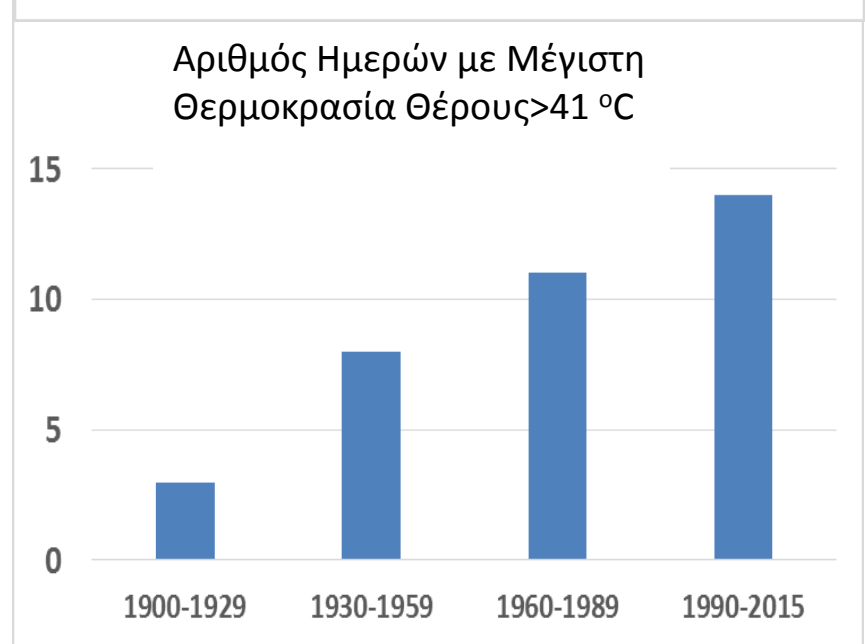
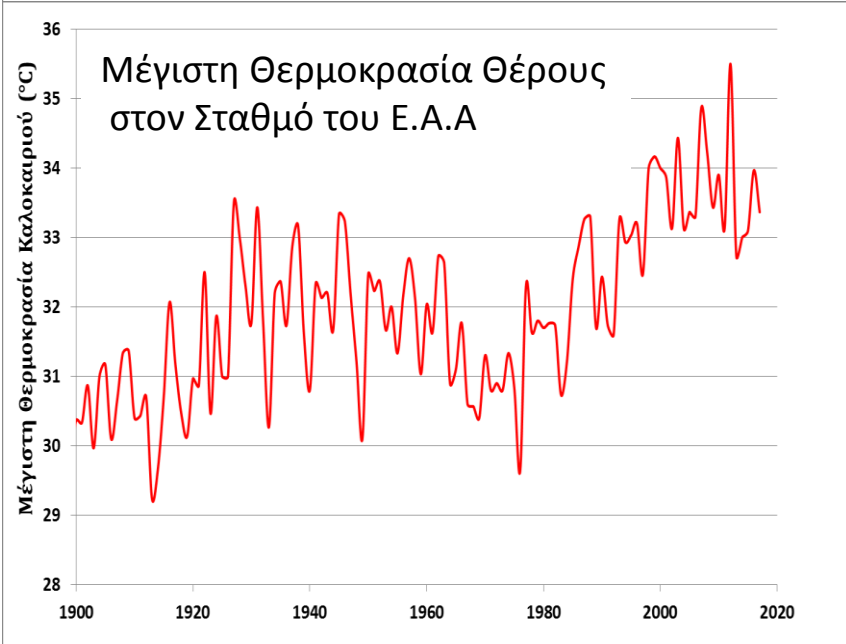
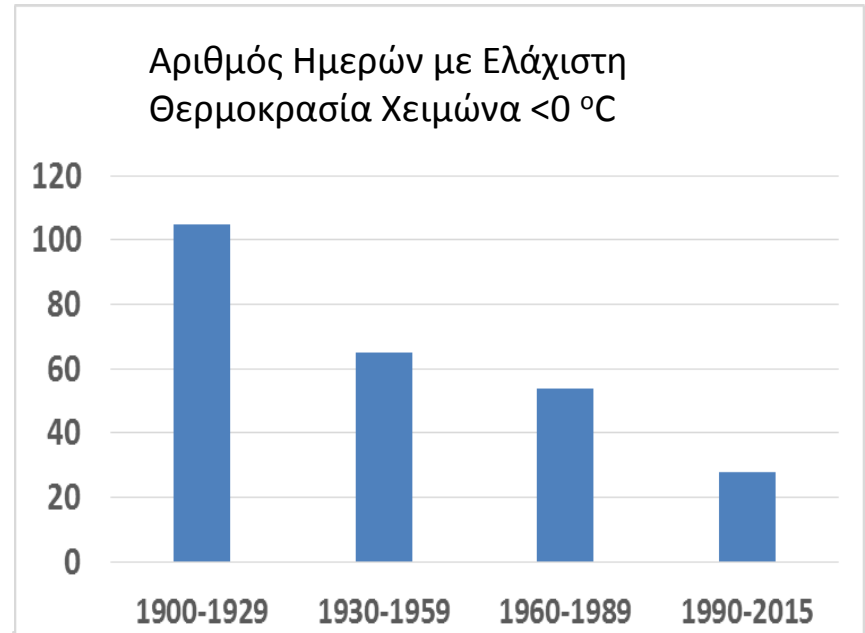
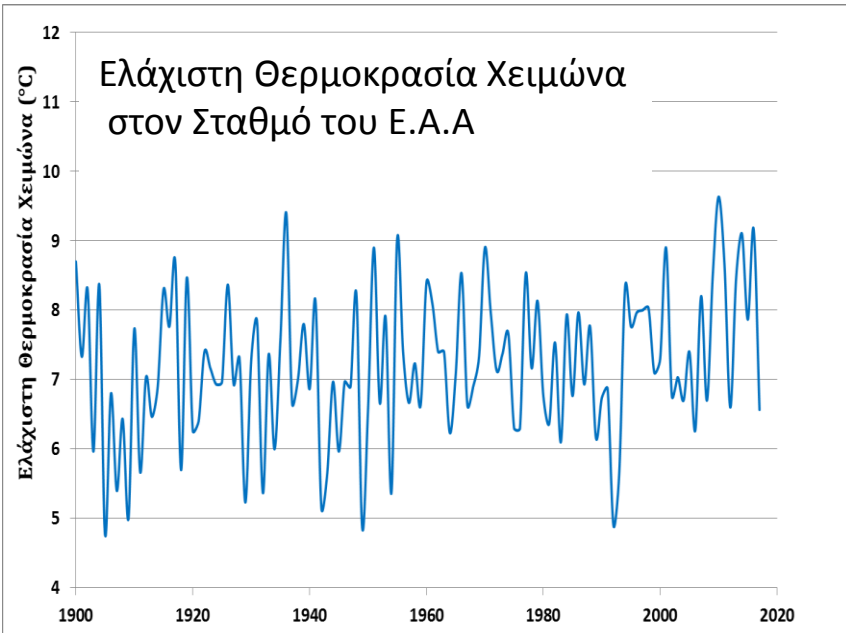
Σενάρια αύξησης της θερμοκρασίας στα προσεχή 100 χρόνια. IPCC 2007



Σενάρια μεταβολής της θερμοκρασίας και του υετού στα προσεχή 100 χρόνια στην Ευρώπη.  
(IPCC 2007, Τσελιούδης και Ζερεφός 2006)

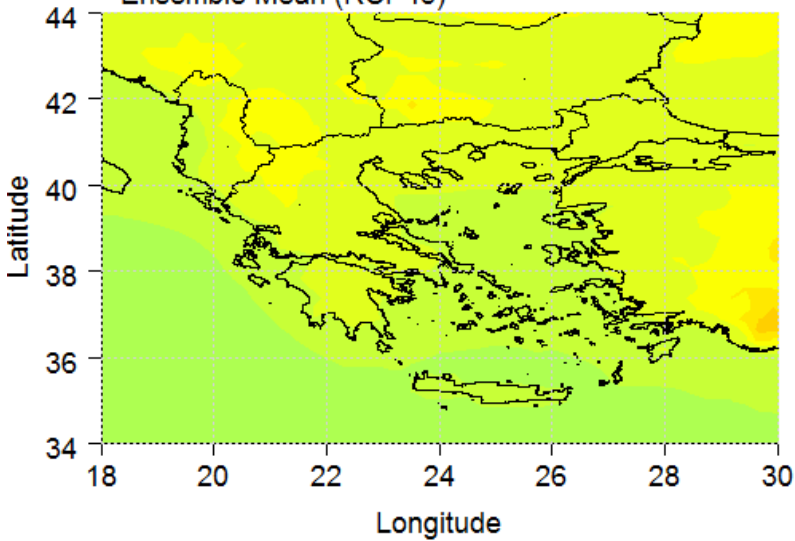


# Μεταβολές στα ακραία της Θερμοκρασίας

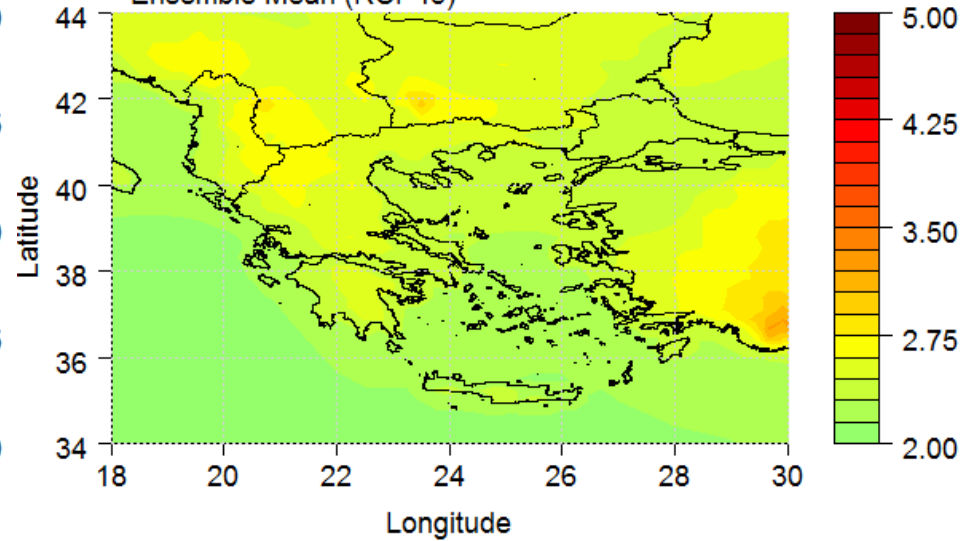


# Εκτιμώμενες μεταβολές της Θερμοκρασίας

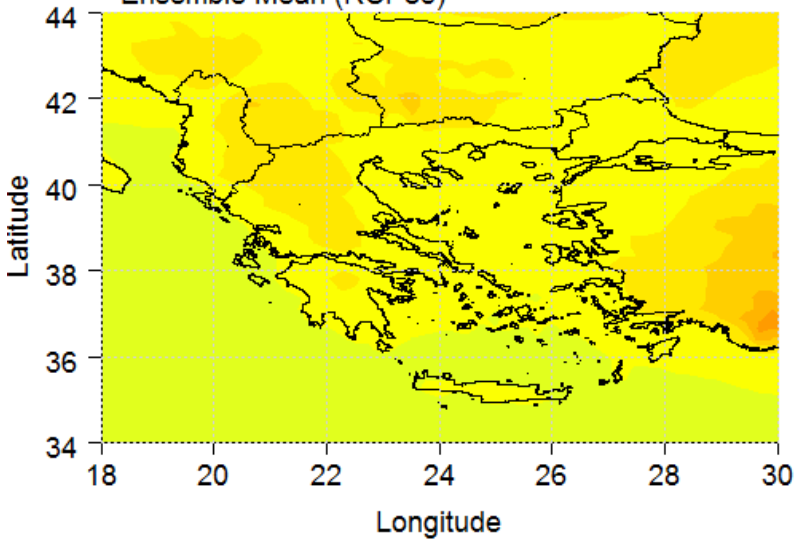
Mean Air Temperature (°C)  
Change between 2021-2050 and 1971-2000  
Ensemble Mean (RCP45)



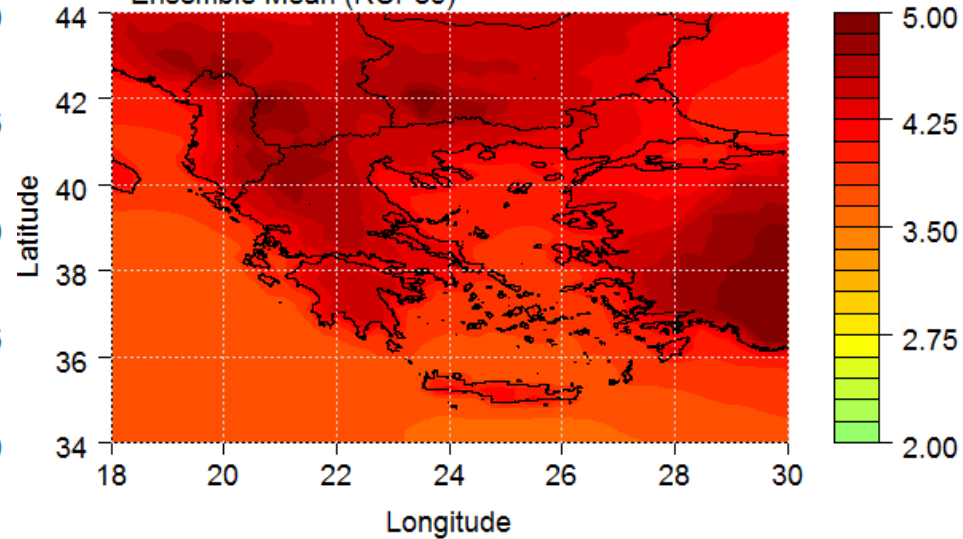
Mean Air Temperature (°C)  
Change between 2071-2100 and 1971-2000  
Ensemble Mean (RCP45)

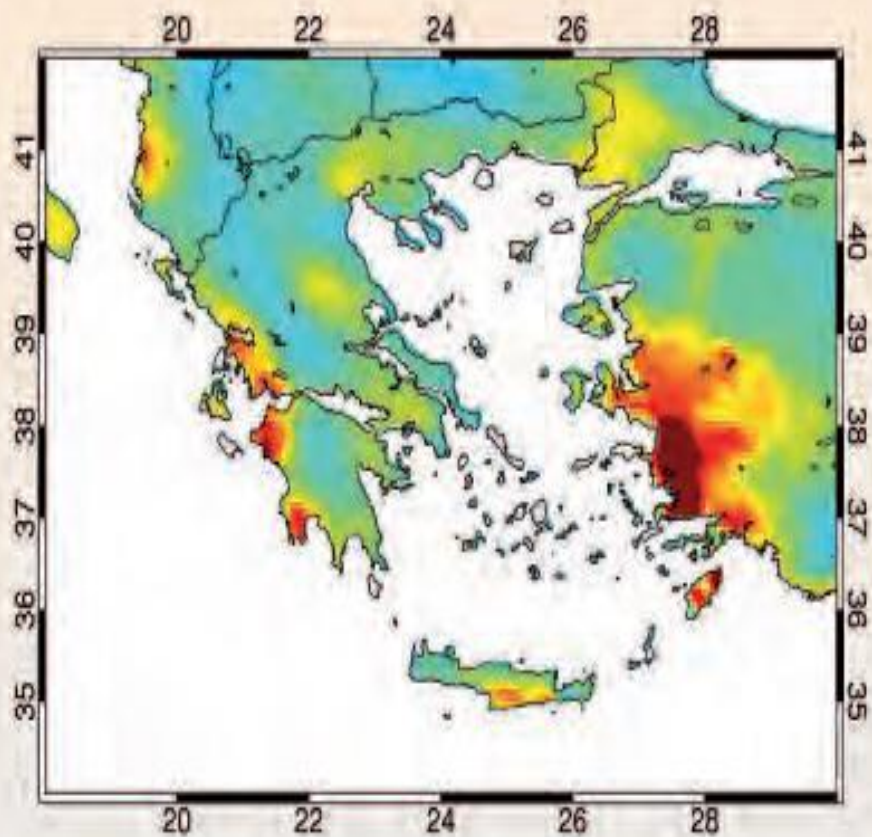


Mean Air Temperature (°C)  
Change between 2021-2050 and 1971-2000  
Ensemble Mean (RCP85)

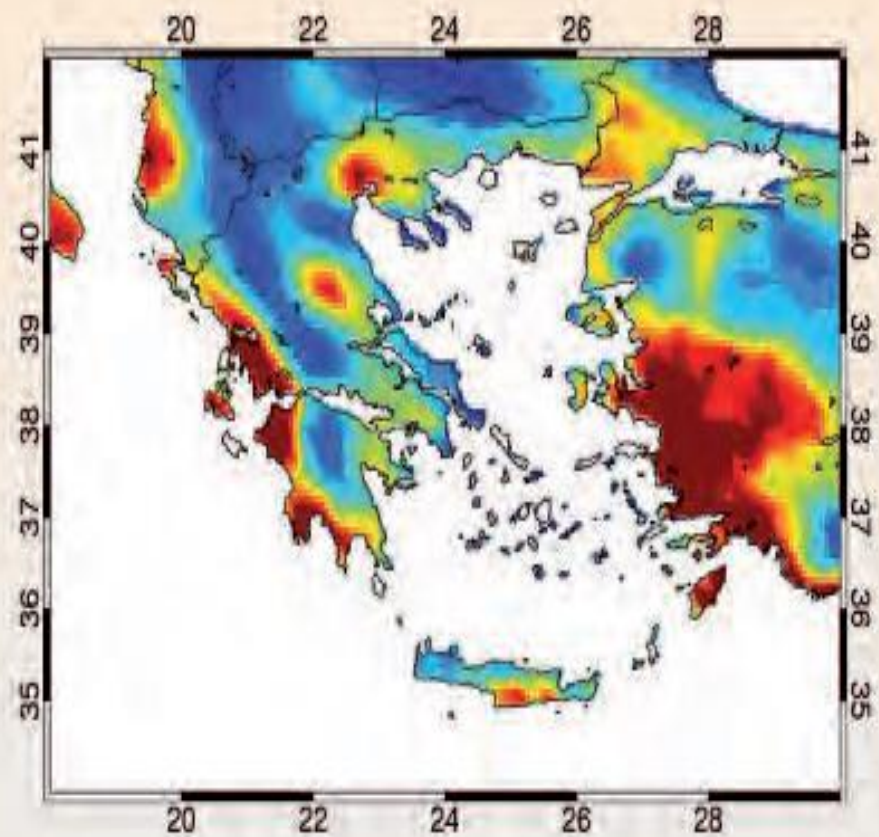


Mean Air Temperature (°C)  
Change between 2071-2100 and 1971-2000  
Ensemble Mean (RCP85)





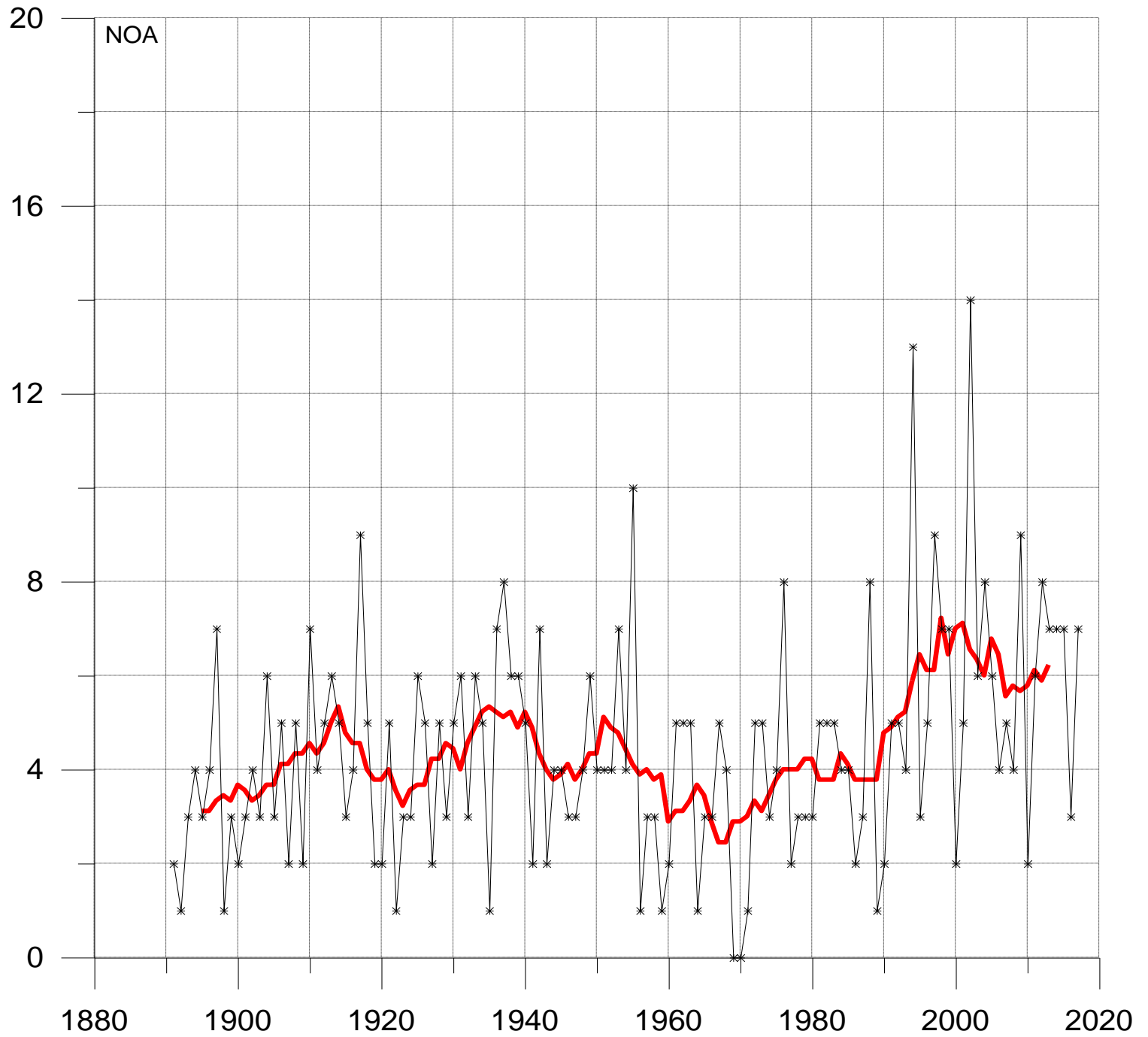
(a)



(b)

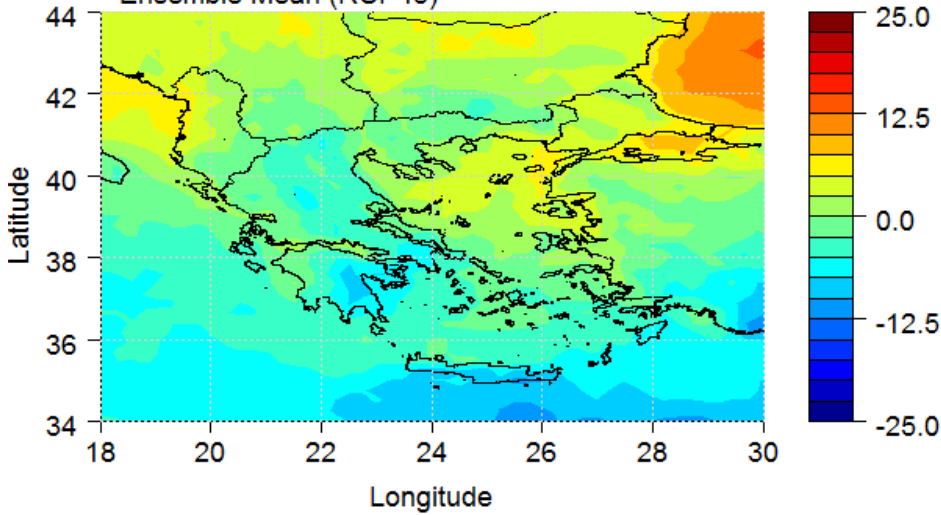
Μεταβολές του αριθμού ημερών με έντονη δυσφορία ( $\text{humidex} > 38 \text{ }^\circ\text{C}$ ) μεταξύ (α) 2021-2050 και 1961-1990, (β) 2071-2100 και 1961-1990 με βάση τις εκτιμήσεις του περιοχικού κλιματικού μοντέλου RACMO2 υπό το σενάριο εκπομπών A1B. (έκθεση Τ.τ.Ε 2011)

Αριθμός Ημερών με Ύψος Βροχόπτωσης > 20 mm

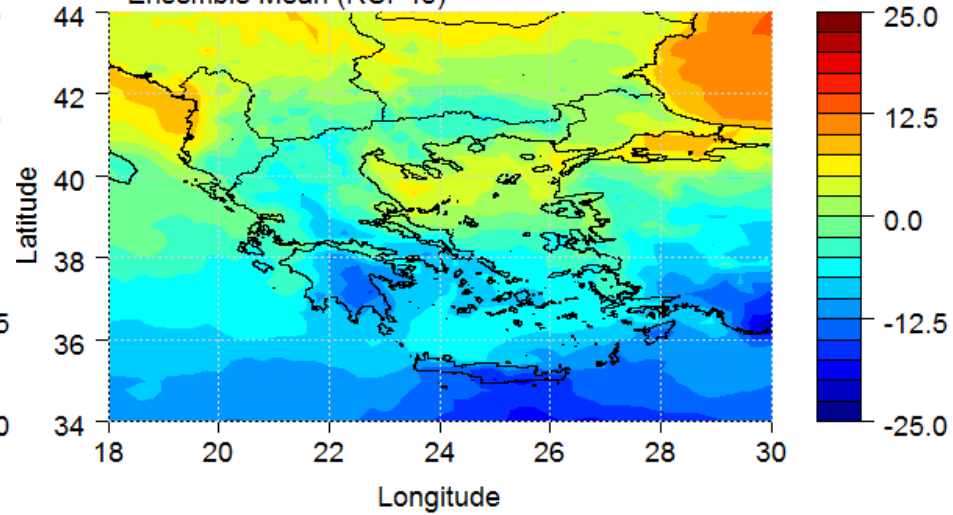


# Εκτιμώμενες μεταβολές (%) του Ύψους Βροχής

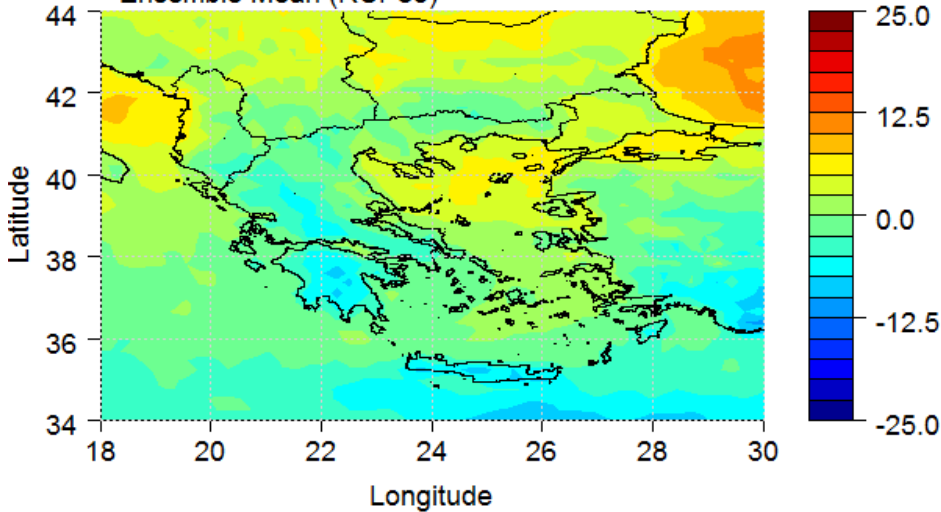
Precipitation  
Percentage Change (%) between 2021-2050 and 1971-2000  
Ensemble Mean (RCP45)



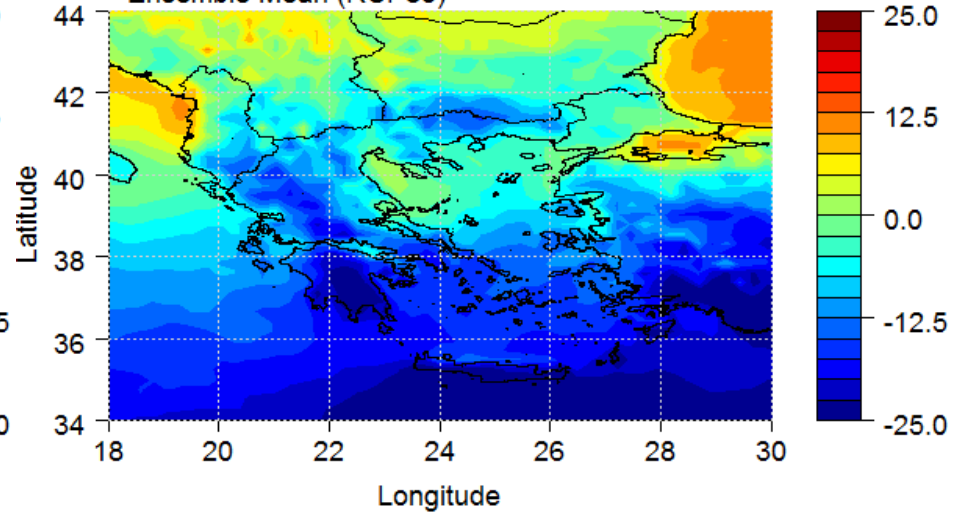
Precipitation  
Percentage Change (%) between 2071-2100 and 1971-2000  
Ensemble Mean (RCP45)



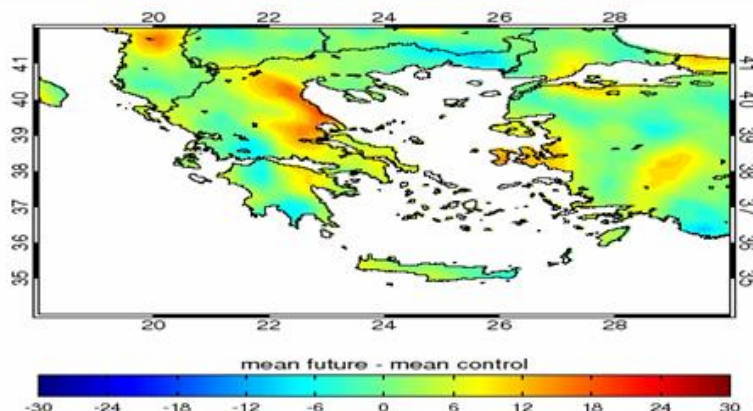
Precipitation  
Percentage Change (%) between 2021-2050 and 1971-2000  
Ensemble Mean (RCP85)



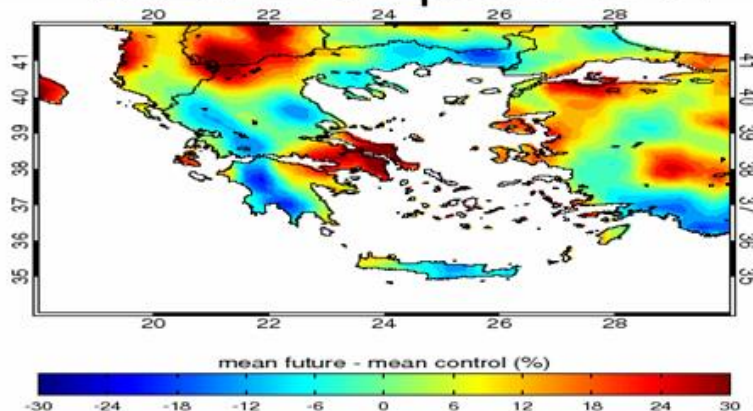
Precipitation  
Percentage Change (%) between 2071-2100 and 1971-2000  
Ensemble Mean (RCP85)



# Μέγιστη συνολική βροχόπτωση σε διάστημα 3 συνεχόμενων ημερών



2021-2050 μείον 1961-1990



2071-2100 μείον 1961-1990

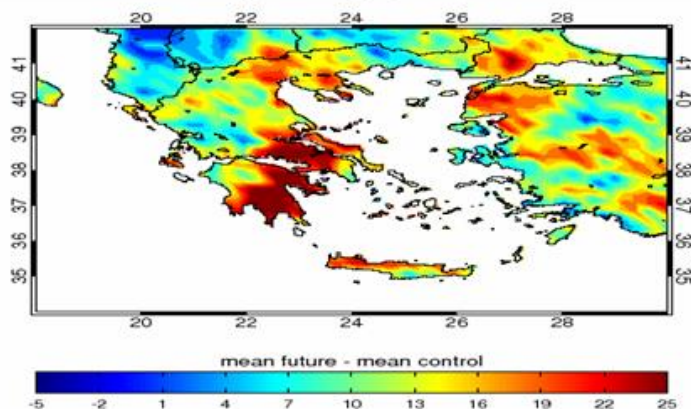
Η μέγιστη συνολική βροχόπτωση που πέφτει σε διάστημα 3 συνεχόμενων ημερών

το 2021-2050 αυξάνεται κατά 20% στην Ανατολική ηπειρωτική χώρα

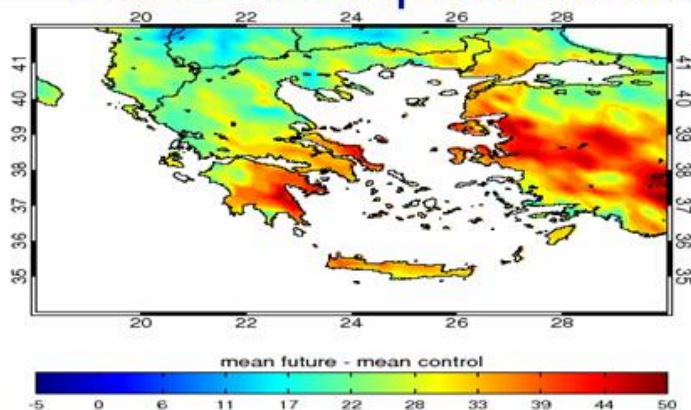
Το 2071-2100 σε περιοχές της Δυτικής Ελλάδας και της Θράκης μειώνεται κατά 10%-20%

αντίθετα στην Ανατολική Στερεά και στη Βορειοδυτική Μακεδονία αυξάνεται κατά 30%

# Μέγιστη διάρκεια ξηρής περιόδου



2021-2050 μείον 1961-1990



2071-2100 μείον 1961-1990

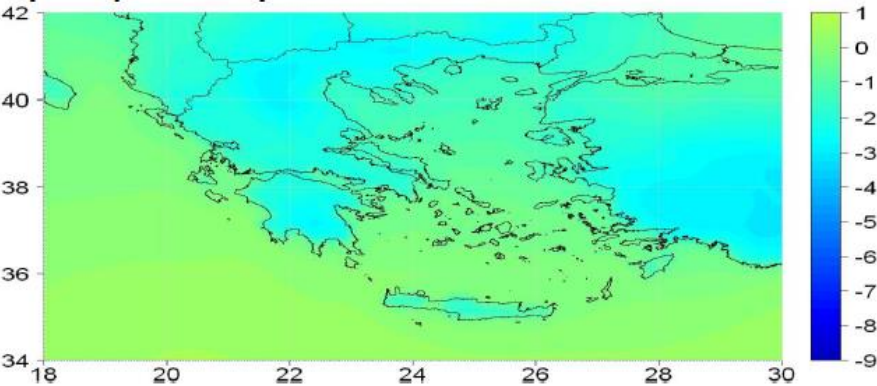
Αύξηση της μέγιστης διάρκειας ξηρής περιόδου στα Ανατολικά Ηπειρωτικά και τη Βόρεια Κρήτη

- κατά 20 επιπλέον ημέρες το 2021-2050
- κατά 40 επιπλέον ημέρες το 2071-2100

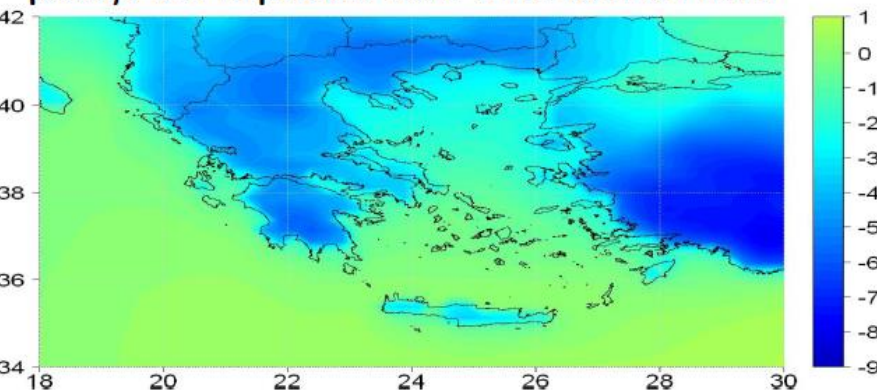
Μικρότερες αυξήσεις στη Δυτική και Βόρεια Ελλάδα μέχρι και 20 ημέρες το 2071-2100

# Σχετική Υγρασία

**Σενάριο A1B: Εκατοστιαία Μεταβολή της Μέσης Ετήσιας τιμής της Σχετικής Υγρασίας μεταξύ των περιόδων 2021-2050 και 1961-1990**

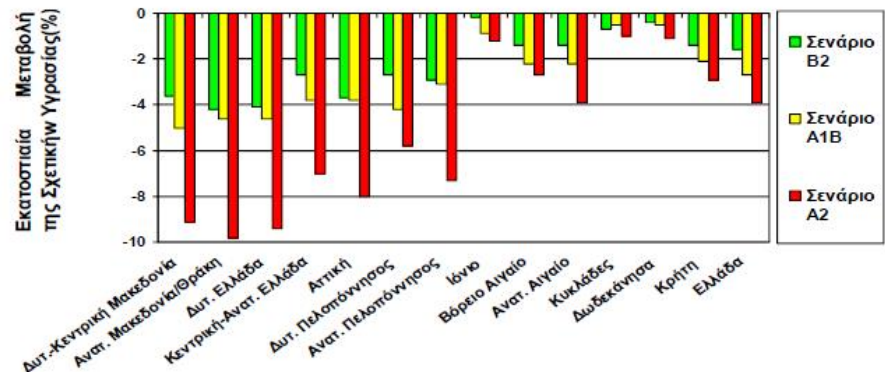


**Σενάριο A1B: Εκατοστιαία Μεταβολή της Μέσης Ετήσιας τιμής της Σχετικής Υγρασίας μεταξύ των περιόδων 2071-2100 και 1961-1990**



- **2021-2050, Σενάριο A1B:**  
Ποσοστιαία **ελάττωση** της μέσης ετήσιας τιμής της σχετικής υγρασίας κατά 2% στην ηπειρωτική Ελλάδα
- **2071-2100:**  
Ποσοστιαία **ελάττωση** της μέσης ετήσιας τιμής της σχετικής υγρασίας στα ηπειρωτικά κατά **2.5% έως 4% (Σενάριο B2)** κατά **6% έως 10% (Σενάριο A2)**
- Μεγαλύτερη μείωση κατά το θέρος.
- Στις νησιωτικές περιοχές η σχετική υγρασία δεν θα μεταβληθεί.

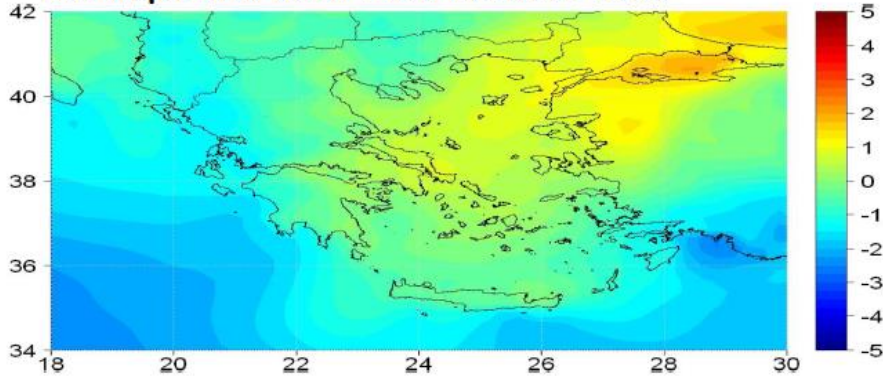
**Εκατοστιαία Μεταβολή της Μέσης Ετήσιας τιμής της Σχετικής Υγρασίας μεταξύ των περιόδων 2071-2100 και 1961-1990**



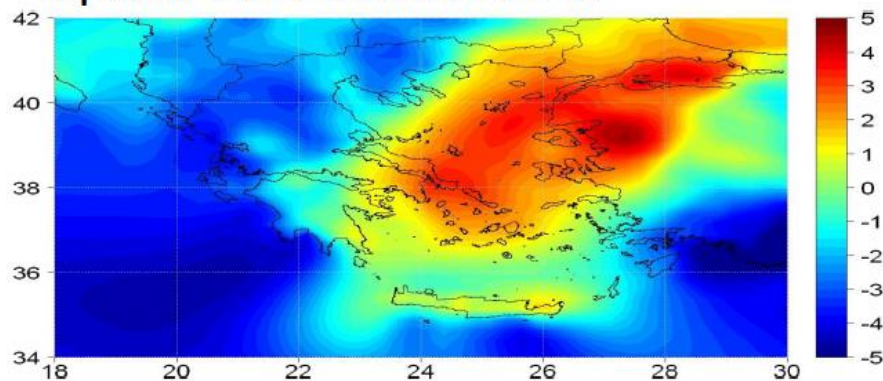
Από Έκθεση ΤτΕ, 2012

# Ταχύτητα ανέμου

**Σενάριο A1B: Εκατοστιαία Μεταβολή της Μέσης Ετήσιας τιμής της Ταχύτητας του Ανέμου μεταξύ των περιόδων 2021-2050 και 1961-1990**



**Σενάριο A1B: Εκατοστιαία Μεταβολή της Μέσης Ετήσιας τιμής της Ταχύτητας του Ανέμου μεταξύ των περιόδων 2071-2100 και 1961-1990**

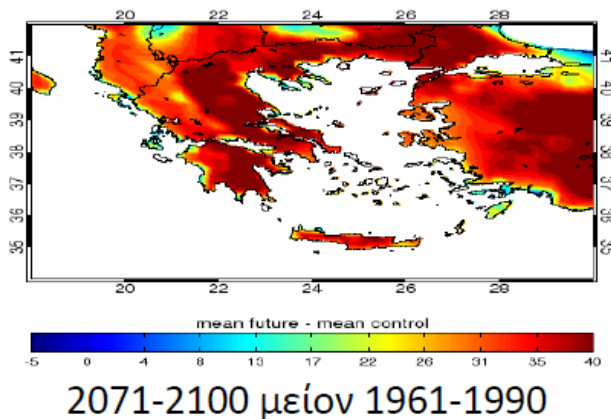
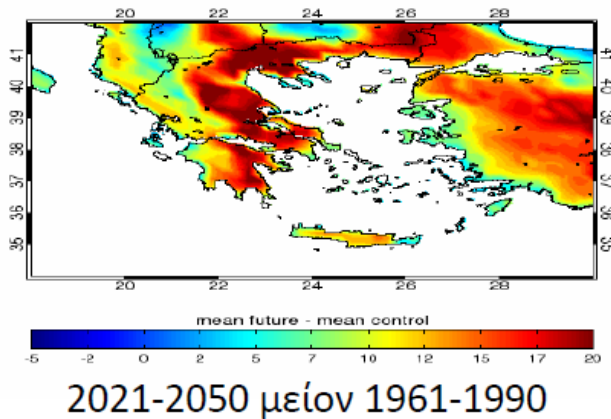


- Η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας του ανέμου στην επικράτεια **δεν θα μεταβληθεί** κατά των 21<sup>ο</sup> αιώνα
- Αύξηση της μέσης ετήσιας τιμής της ταχύτητας του ανέμου την περίοδο 2071-2100 έως και κατά **5%** στο Αιγαίο και αντίστοιχη μείωση στο Ιόνιο (σε σύγκριση με την περίοδο 1961-1990)
- Σημαντική Ενίσχυση των **Ετησίων Ανέμων** το θέρος έως και κατά **10%**.

**Εκατοστιαία Μεταβολή της Μέσης Ετήσιας τιμής της Ταχύτητας του Ανέμου μεταξύ των περιόδων 2071-2100 και 1961-1990**



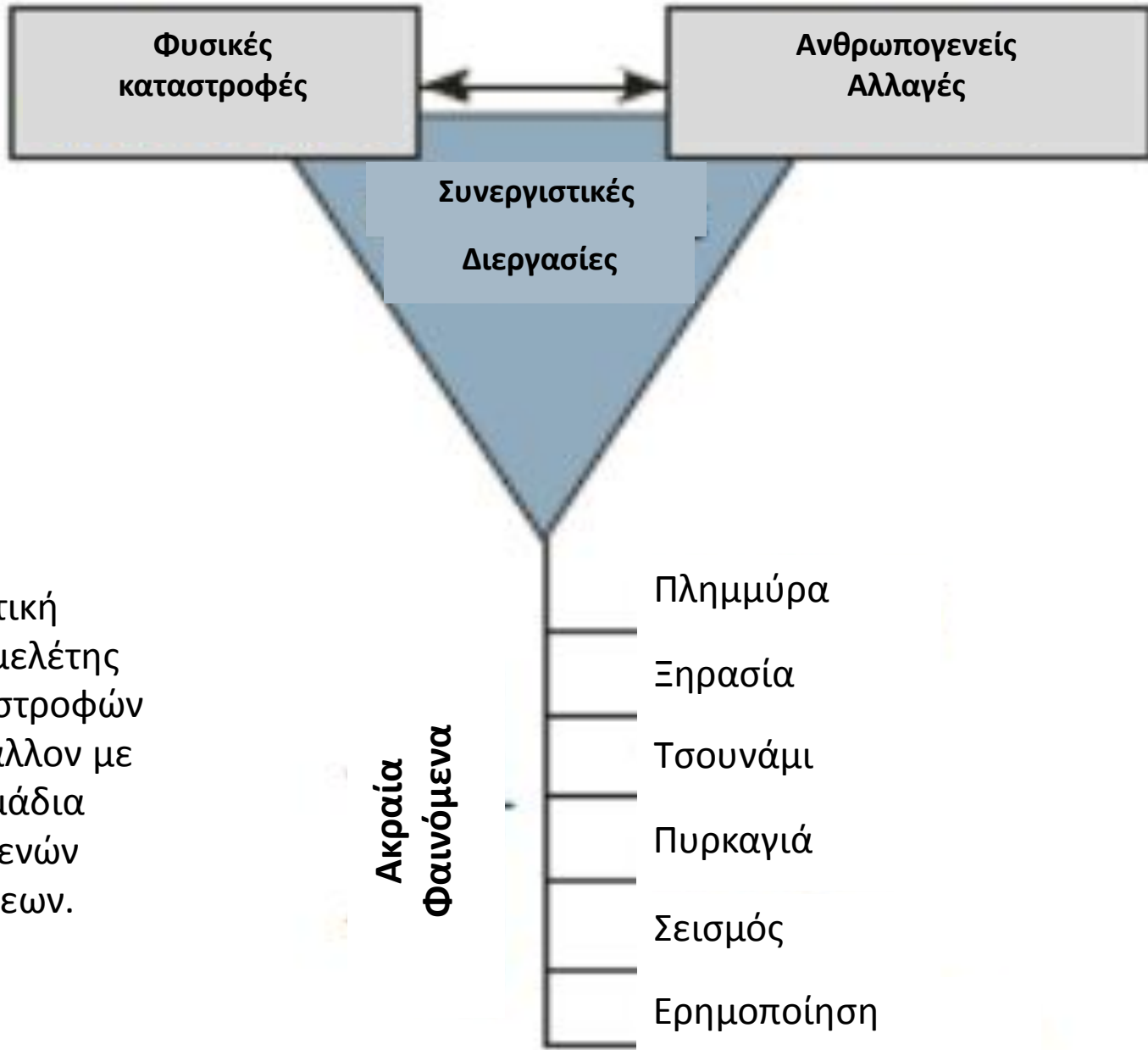
# Αριθμός ημερών με εξαιρετικά αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς



Αύξηση του αριθμού των ημερών με εξαιρετικά αυξημένο κίνδυνο για πυρκαγιά στην Ανατολική Ελλάδα

- κατά 20 ημέρες το 2021-2050
- κατά 40 ημέρες το 2071-2100

Μικρότερες αυξήσεις στη Δυτική Ελλάδα λόγω του υγρότερου κλίματος



Φυσικές  
καταστροφές

Ανθρωπογενείς  
Αλλαγές

Συnergιστικές  
Διεργασίες

Ακραία  
Φαινόμενα

Πλημμύρα

Ξηρασία

Τσουνάμι

Πυρκαγιά

Σεισμός

Ερημοποίηση

Συnergιστική  
προσέγγιση μελέτης  
φυσικών καταστροφών  
σε ένα περιβάλλον με  
έντονα σημάδια  
ανθρωπογενών  
παρεμβάσεων.

## **Ανθρωπογενείς επιδράσεις στον πλανήτη στα προηγούμενα 100 χρόνια και συμπεράσματα**

- Τα τελευταία 100 χρόνια ο πληθυσμός της Γης τετραπλασιάστηκε και έχει ξεπεράσει τα 7 δισεκατομμύρια κατοίκους. Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού έφθασε τον διπλασιασμό ανά 40 χρόνια.
- Τα τελευταία 100 χρόνια, οι εκπομπές της βιομηχανίας αυξήθηκαν 40 φορές και η χρήση της ενέργειας 16 φορές. Τον 20<sup>ο</sup> αιώνα η ανθρωπότητα χρησιμοποίησε δεκαπλάσια ενέργεια απ' όλη όση είχε χρησιμοποιήσει στα προηγούμενα χίλια χρόνια.
- Τα τελευταία 100 χρόνια τα αέρια του θερμοκηπίου έχουν αυξηθεί κατά 30% το διοξείδιο του άνθρακος και κατά 100% το μεθάνιο, για να φθάσουν τις υψηλότερες τιμές των προηγούμενων 15 εκατομμυρίων ετών.

# **Ανθρωπογενείς επιδράσεις στον πλανήτη στα προηγούμενα 100 χρόνια και συμπεράσματα**

- Η θερμοκρασία του πλανήτη έχει αυξηθεί τα τελευταία 30 χρόνια περισσότερο από όσο τα προηγούμενα χίλια χρόνια με σοβαρές συνέπειες στο περιβάλλον.
- Πρόσφατες έρευνες έδειξαν συχνότερη εμφάνιση ακραίων καιρικών καταστάσεων και αποσταθεροποίηση του κύκλου του ύδατος παγκόσμια κατά τις τελευταίες δεκαετίες.
- Στα τελευταία 100 χρόνια η αστυφιλία δεκαπλασιάστηκε, το μισό του πληθυσμού της γης ζει σε πόλεις και το 50% της καλλιεργήσιμης γης άλλαξε χρήση.

## **Ανθρωπογενείς επιδράσεις στον πλανήτη στα προηγούμενα 100 χρόνια και συμπεράσματα**

- **Οι εκπομπές των οξειδίων του αζώτου στην ατμόσφαιρα από τα ορυκτά καύσιμα και από την καύση της βιομάζας και οι εκπομπές του διοξειδίου του θείου από τη βιομηχανία ξεπέρασαν τις εκπομπές από φυσικές πηγές αυξάνοντας δευτερογενώς τις συγκεντρώσεις του όζοντος και των αιωρούμενων σωματιδίων με συνέπειες στην υγεία.**
- **Τα τελευταία σαράντα (40) χρόνια καταστρέψαμε όσο όζον παρήγαγε η φύση μέσα σε 1.5 δισεκατομμύρια χρόνια.**
- **Τον τελευταίο αιώνα απελευθερώσαμε στην ατμόσφαιρα τόσο διοξείδιο του άνθρακα όσο χρειάστηκε η φύση να απομακρύνει μέσα σε 1 δισεκατομμύριο χρόνια στα πρώτα στάδια της φωτοσύνθεσης.**