

- **ΚΛΙΜΑ**: αναφέρεται στο 'μέσο καιρό', δηλαδή τη μέση τιμή και τη μεταβλητότητα των μετεωρολογικών παραμέτρων για μεγάλο χρονικό διάστημα (τουλάχιστο 30 χρόνων) και για μια συγκεκριμένη περιοχή

- **ΚΑΙΡΟΣ**: αναφέρεται στη μεταβαλλόμενη κατάσταση της ατμόσφαιρας στο άμεσο περιβάλλον που χαρακτηρίζεται από τις τιμές της θερμοκρασίας, υγρασίας, ανέμου, βροχόπτωσης, νέφωσης και άλλων μετεωρολογικών παραμέτρων



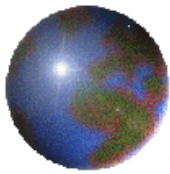
Φυσική μεταβλητότητα του κλίματος

- Ηλιακή ακτινοβολία
- Ηφαιστειακή δραστηριότητα
- Κυκλοφορία ατμόσφαιρας και ωκεανών
- Γεωλογικές μεταβολές
- Μεταβολές στην περιστροφή της γής γύρω απο τον ήλιο
- Αλλαγές στη συγκέντρωση των αερίων θερμοκηπίου, CO₂, CH₄, υδρατμοί (φυσικής προέλευσης)
- Επίδραση aerosols

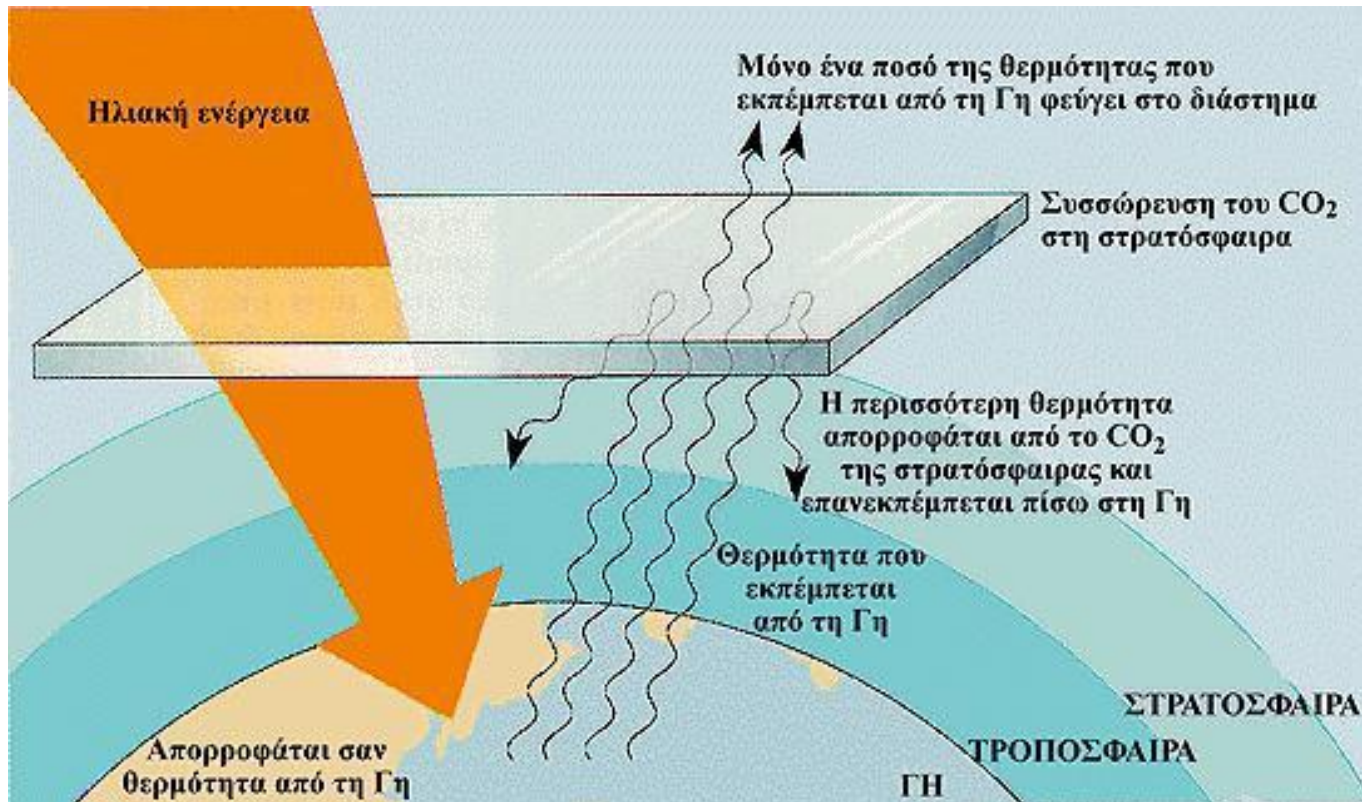


Φαινόμενο θερμοκηπίου

- Τα αέρια του θερμοκηπίου απορροφούν τη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (υπέρυθρη) που εκπέμπεται από την επιφάνεια της γης και την επανεκπέμπουν στην επιφάνειά της αυξάνοντας την θερμική ενέργεια στο κλιματικό σύστημα της γης
- Χωρίς το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η μέση θερμοκρασία του πλανήτη θα ήταν -18° και όχι 15° .
- Μεγάλο χρόνο ζωής στην ατμόσφαιρα (αιώνες)



Φαινόμενο θερμοκηπίου





Φαινόμενο θερμοκηπίου

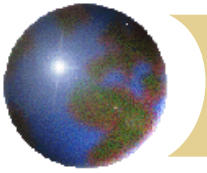
Τα τελευταία χρόνια, ο όρος συνδέεται με την παγκόσμια θέρμανση (global warming), η οποία έχει ενισχυθεί σημαντικά από ανθρωπογενείς δραστηριότητες





Φαινόμενο θερμοκηπίου

- Η παγκόσμια υπερθέρμανση προκαλεί κλιματικές αλλαγές με συνέπεια :
 - Άνοδο της θερμοκρασίας, Λιώσιμο των πάγων, Άνοδο της στάθμης της θάλασσας
 - Ακραία καιρικά φαινόμενα (λειψυδρία, καταιγίδες, πλημμύρες)
 - Απώλεια βιοποικιλότητας, Προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία



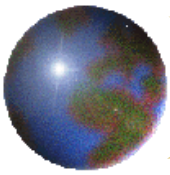
ΕΛΛΑΔΑ

- **Μεγάλες διαφοροποιήσεις στη θερμοκρασία απο περιοχή σε περιοχή – Επίδραση τοπικών παραγόντων**
- **Παλαιότερες μετρήσεις στην Ελλάδα από το Αστεροσκοπείο Αθήνας (μέσα του 19ου αιώνα)**
- **1847, οι πρώτες μετεωρολογικές παρατηρήσεις στην Αθήνα (ΕΑΑ)**
- **1858-1890, πραγματοποιούνται σε διάφορα σπίτια της Αθήνας**
- **1890-σήμερα, συνεχείς μετρήσεις από αυτογραφικά όργανα στο ίδιο σημείο της Αθήνας στο χώρο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Λόφος Νυμφών)**

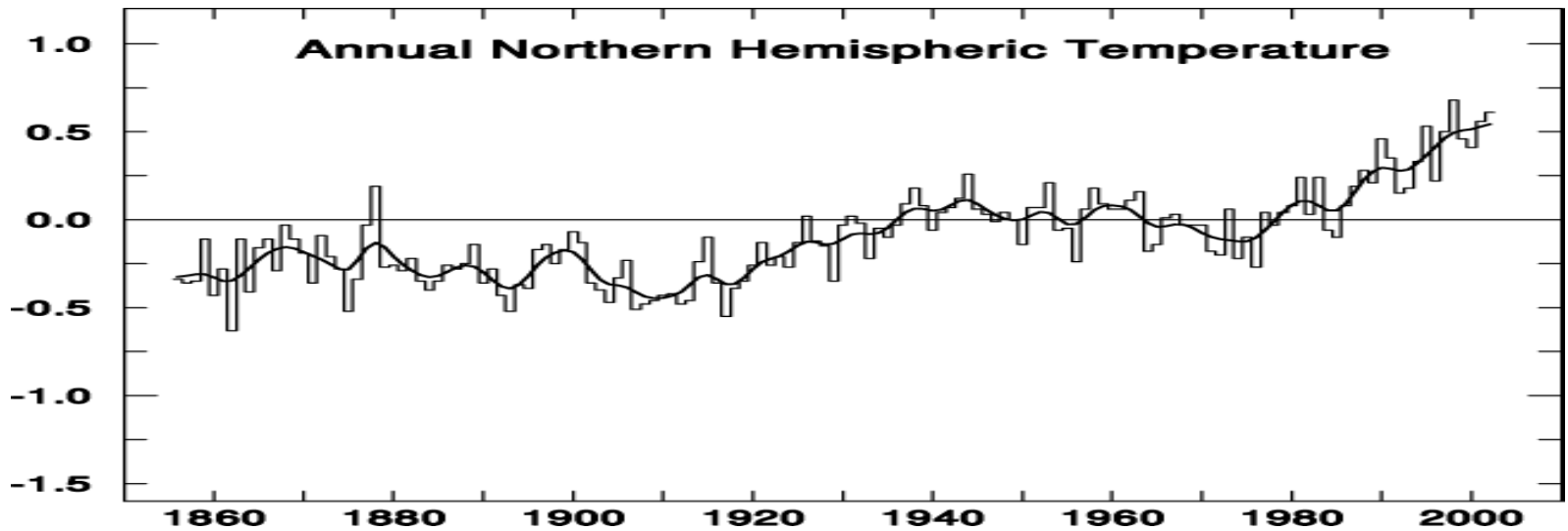
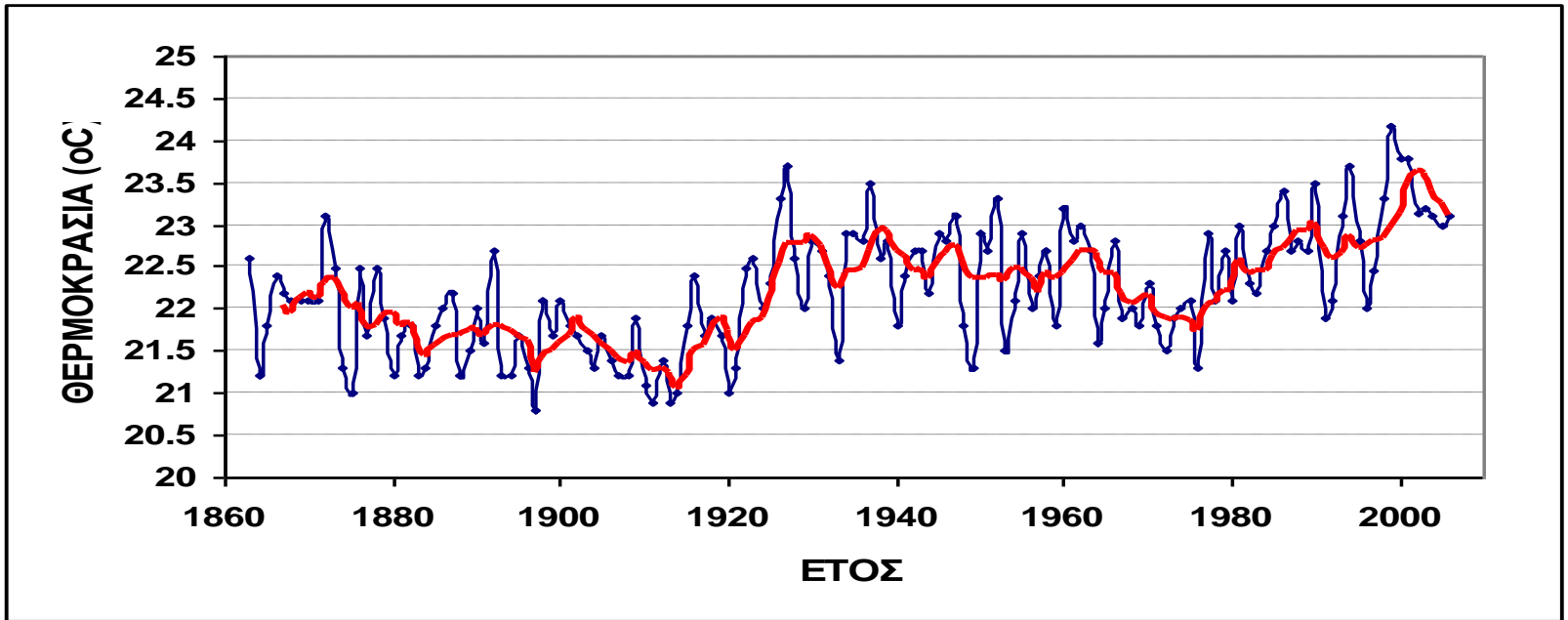


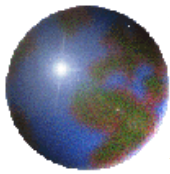
Η μελέτη της κλιματικής μεταβολής στην Αθήνα παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον διότι:

- υπάρχει μια πλήρης, αξιόπιστη και κυρίως **αδιάκοπη** ιστορική χρονοσειρά μετεωρολογικών στοιχείων διάρκειας **ενάμισυ αιώνα** στην περιοχή αυτή
- η Αθήνα παρουσιάζει τεράστιο **δημογραφικό ενδιαφέρον** λόγω του **πληθυσμού** της
- στην Αθήνα υπάρχει πρόσθετη επιβάρυνση στη δημόσια **υγεία** απο την **ατμοσφαιρική ρύπανση**
- οι κλιματικές μεταβολές στην Αθήνα φαίνεται να αντιπροσωπεύουν ικανοποιητικά την ευρύτερη περιοχή της **Ανατολικής Μεσογείου** (τουλάχιστον ως προς τη θερμοκρασία)

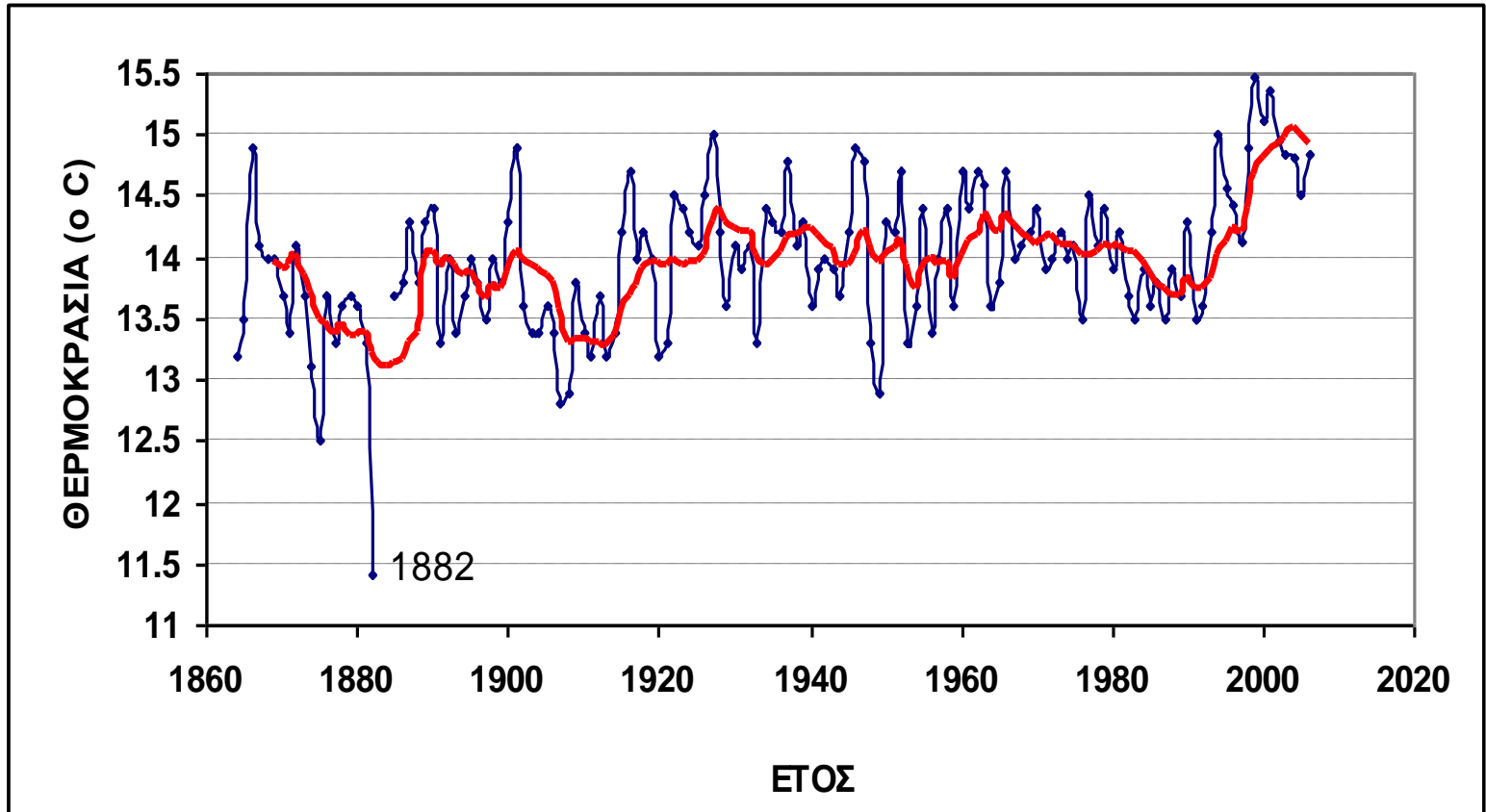


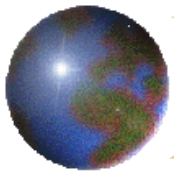
ΠΟΡΕΙΑ ΜΕΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ ΑΠΟ ΤΟ 1860



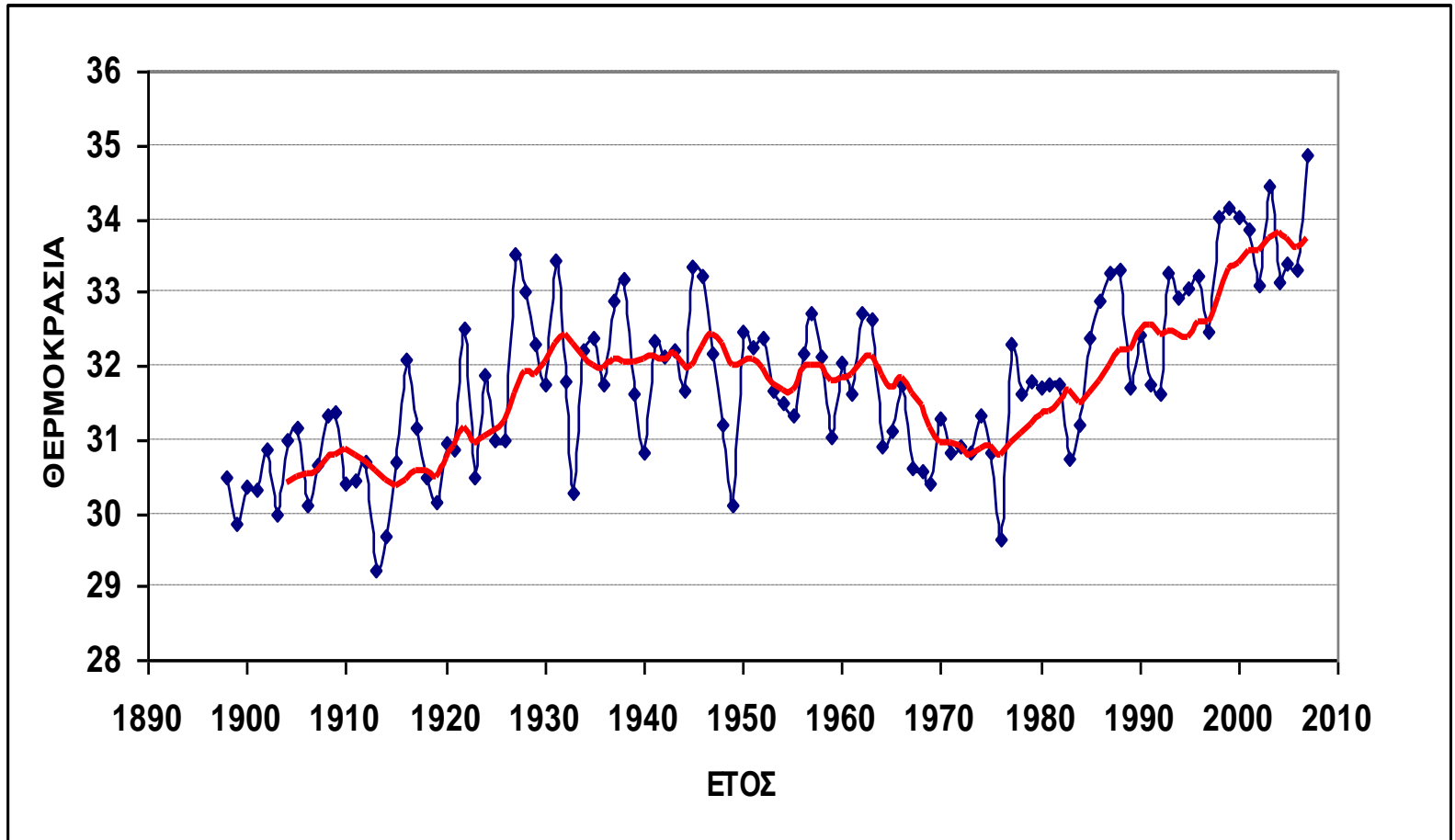


ΠΟΡΕΙΑ ΜΕΣΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΕΤΗΣΙΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ ΑΠΟ ΤΟ 1860



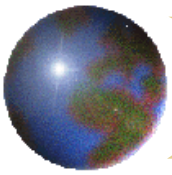


ΠΟΡΕΙΑ ΜΕΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ (ΙΟΥΝΙΟΣ-ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ)

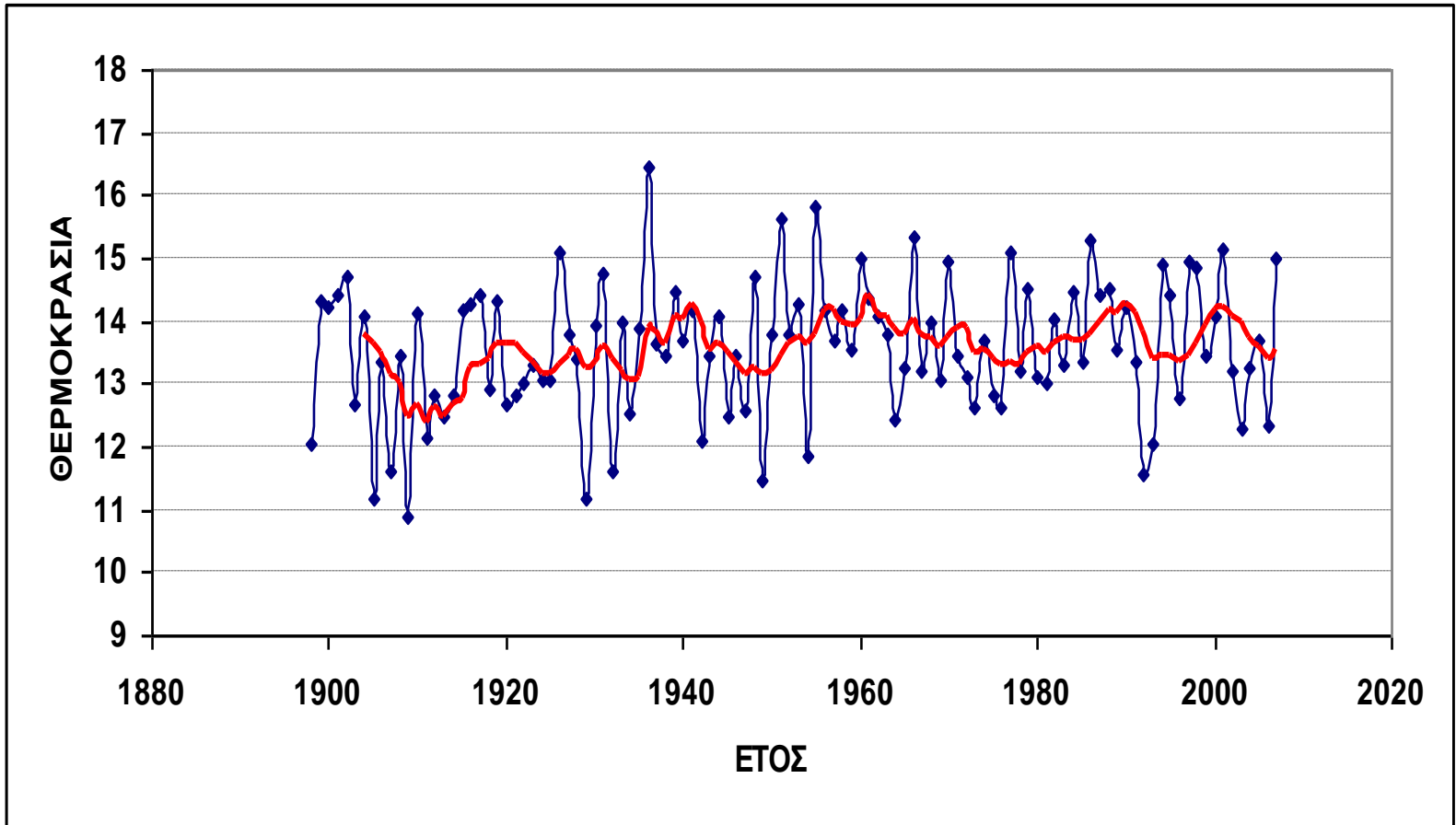


Trends **1897-2010**: + 0.16⁰ C/decade, or ~ **1.8⁰ C**

Trends **1976-2010**: +0.9⁰ C/decade, or ~ **3⁰ C**



ΠΟΡΕΙΑ ΜΕΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ (ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ-ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ)

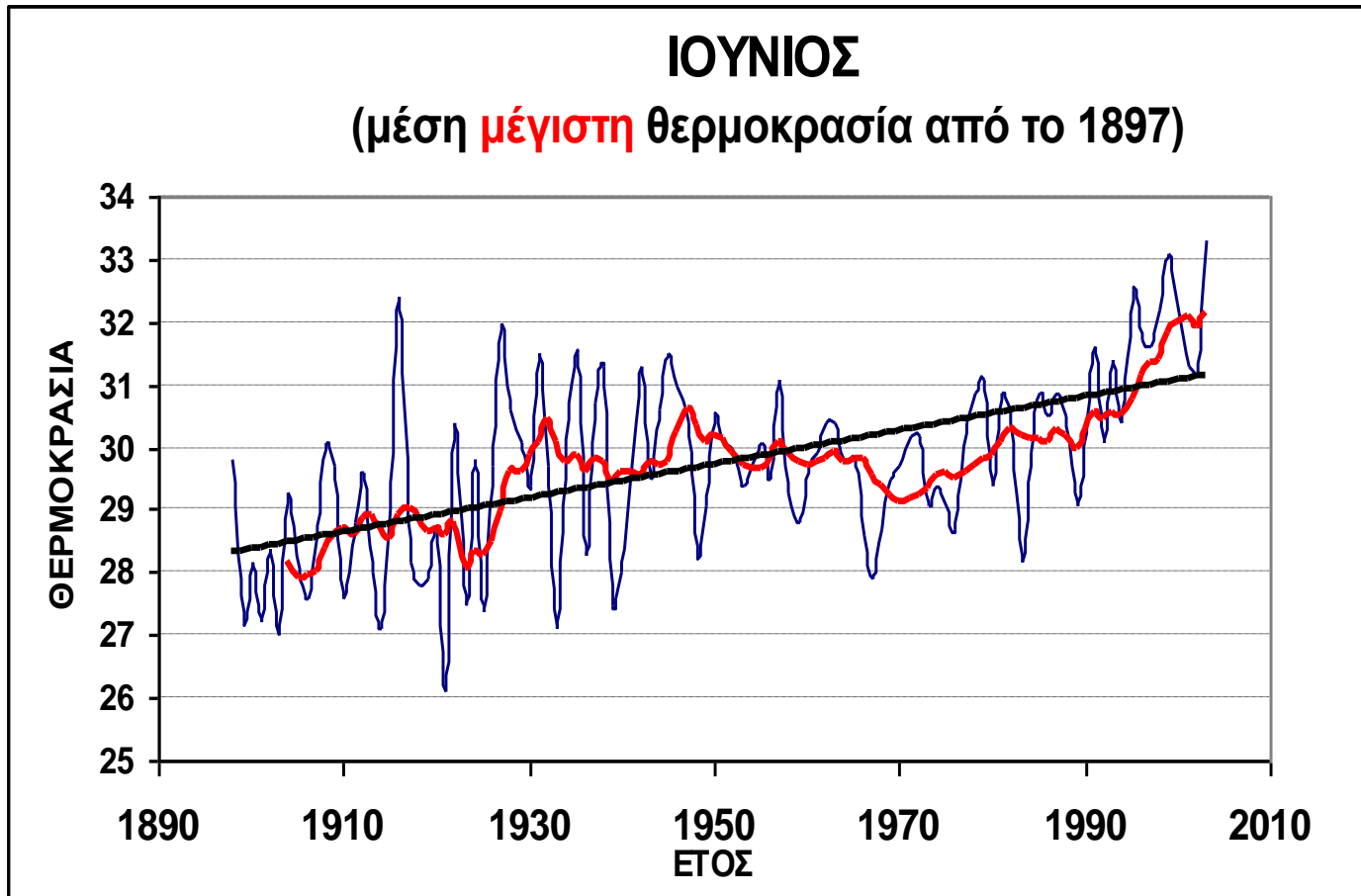


Trends **1897-2010**: $+0.02^{\circ}$ C/decade, or $+0.22^{\circ}$ C

Trends **1976-2010**: $+0.15^{\circ}$ C/decade, or $+0.5^{\circ}$ C



Ιούνιος: ο μήνας με τη μεγαλύτερη και σταθερότερη αύξηση της θερμοκρασίας στην Αθήνα





ΑΚΡΑΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

- **Αύξηση** συχνότητας εμφάνισης και έντασης **ακραίων** καιρικών φαινομένων. **Αλήθεια ή ψέμα?** Πώς ορίζεται το ακραίο?
- Ενα φαινόμενο χαρακτηρίζεται συχνά **ακραίο** ανάλογα με τη **συχνότητα εμφάνισής** ή την **έντασή** του
- Ενα φαινόμενο χαρακτηρίζεται συχνά **ακραίο** αναλογα με τις **καταστροφές** που προκαλεί
- Σύμφωνα με στοιχεία απο τον **ασφαλιστικό κλάδο**, υπάρχει **σημαντική αύξηση των αποζημιώσεων απο φυσικές καταστροφές** λόγω καιρικών φαινομένων τα τελευταία 50 χρόνια
- Τα **καταστροφικά** φαινόμενα είναι και **‘κλιματικά’ ακραία?**
- Αυξητική τάση στα **καταστροφικά** ή στα **‘κλιματικά’ ακραία?**



Πώς ορίζεται το κλιματικά ακραίο?

➤ Χρήση κατωφλίων

- Η θερμοκρασία **32°C** δεν είναι ακραία στην **Αθήνα** αλλά είναι στη **Μόσχα**.
- Η θερμοκρασία **10°C** δεν είναι ακραία τον **Μάρτιο** στην Αθήνα, δεν προκαλεί καταστροφές, αλλά είναι ακραία τον **Ιούλιο**
- Μια αύξηση στη μέση μέγιστη θερμοκρασία από **35°C** σε **37°C** μπορεί να προκαλέσει αύξηση των θανάτων σε μια πόλη
- Μια αύξηση στη μέση μέγιστη θερμοκρασία από **25°C** σε **27°C** μπορεί να διαταράξει το οικοσύστημα σε μια ορεινή περιοχή



➤ Χρήση εκατοστημορίων

- Π.χ το **95ο εκατοστημόριο** για τη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία του καλοκαιριού σε μια περιοχή είναι μια τιμή θερμοκρασίας όπου μόνο το **5% των τιμών την ξεπερνά**
- Π.χ το **90ο εκατοστημόριο** για τη μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία του καλοκαιριού σε μια περιοχή είναι μια τιμή θερμοκρασίας όπου μόνο το **10% των τιμών την ξεπερνά**
- Σύμφωνα με **IPCC (2001)** μια θερμοκρασία θεωρείται ακραία όταν είναι **μεγαλύτερη του 90ου και μικρότερη του 10ου εκατοστημ.**



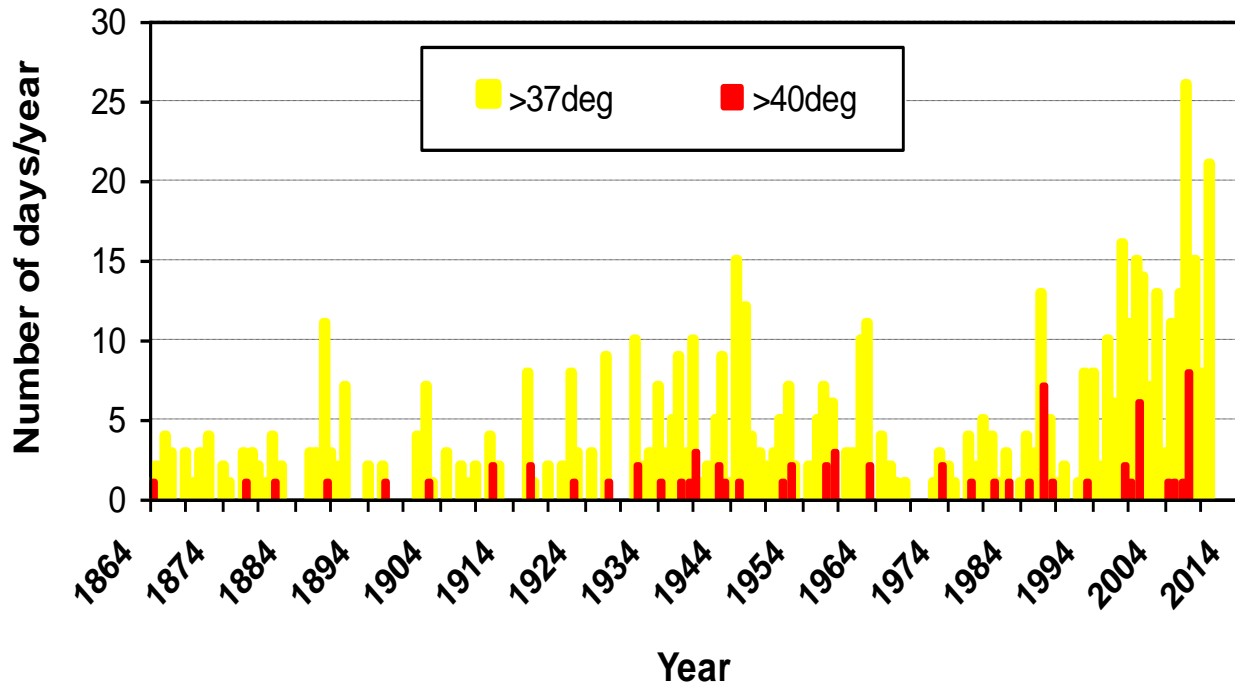
ΑΚΡΑΙΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΣΤΗΝ ΑΘΗΝΑ-ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΟΥΣ

- Ακραίες θερμοκρασίες: θερμοκρασίες > από διάφορες τιμές κατωφλίου απο 35°C έως 43°C . Η τιμή των 35°C αντιστοιχεί περίπου στο 90ο εκατοστημόριο της περιόδου 1961-1990
- Μελετήθηκαν ξεχωριστά
 - Θερμοκρασίες > 37°C
 - Θερμοκρασίες > 40°C

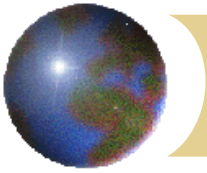


Αριθμός ημερών/έτος στην Αθήνα με θερμοκρασία

μεγαλύτερη των **37** και **40** °C

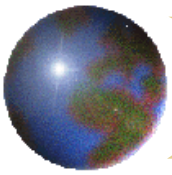


131 out of the **381** hot days (150- year) occurred during **2001-2010**.

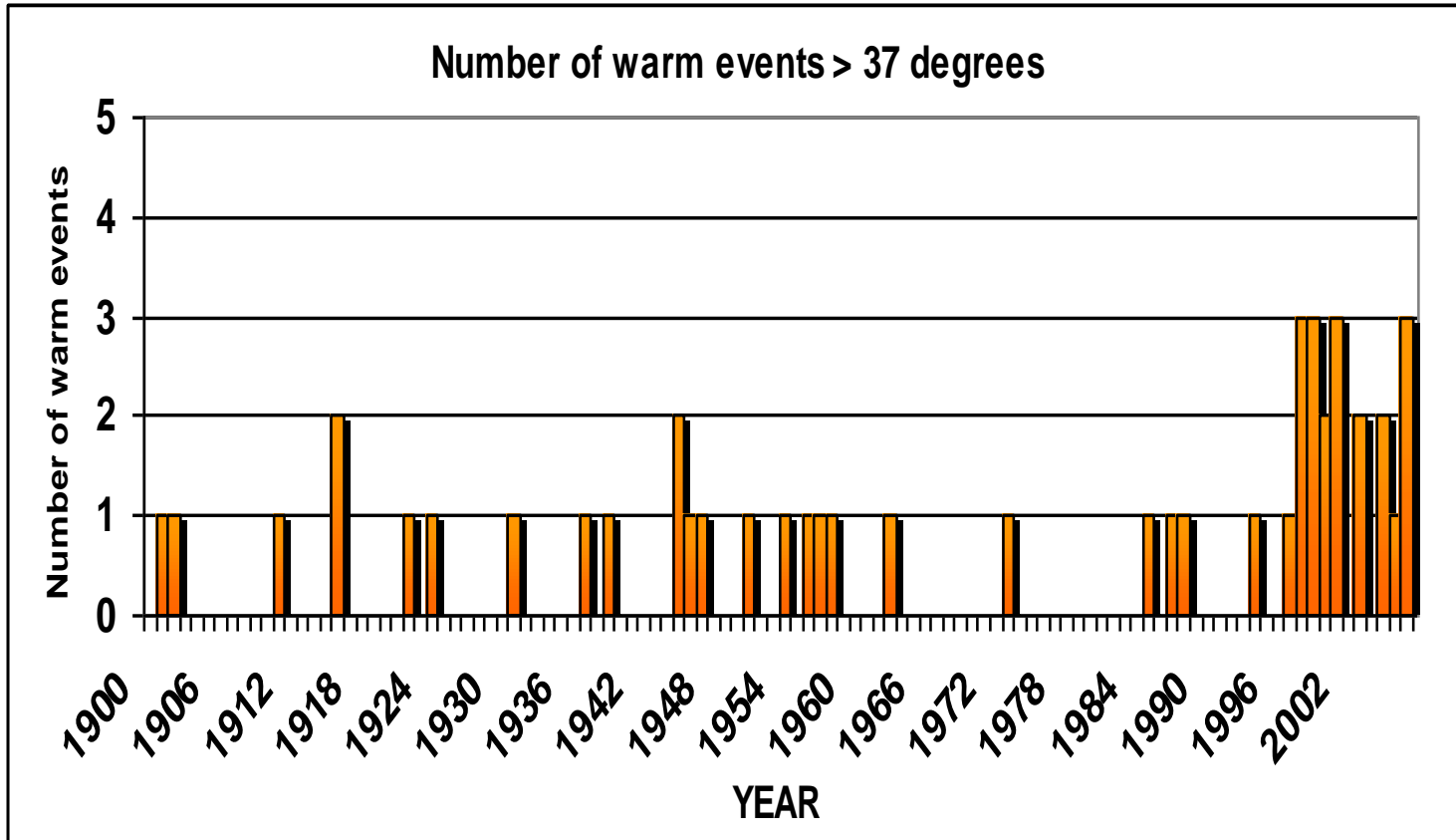


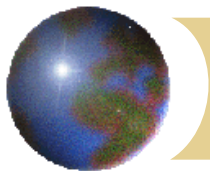
Θερμά επεισόδια (Καύσωνες)

- Χρονική περίοδος τουλάχιστον **3 συνεχόμενων** ημερών με **θερμοκρασία μεγαλύτερη** απο καποια τιμή **κατωφλίου**
- Μελέτη **συχνότητας εμφάνισης**
- Μελέτη **διάρκειας**



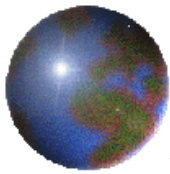
Αριθμός **θερμών επεισοδίων/έτος** με θερμοκρασία μεγαλύτερη απο **37° C**



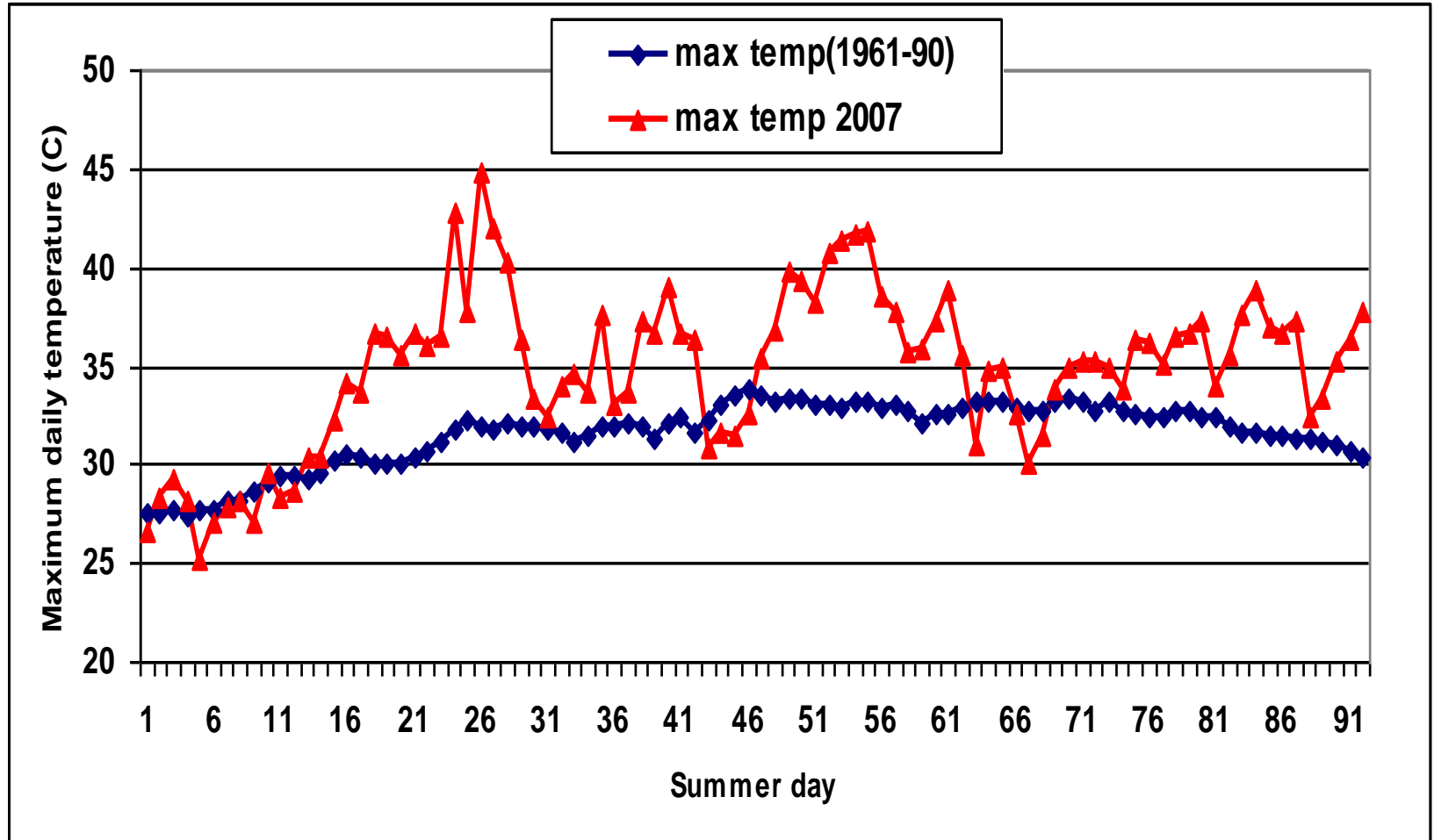


Καλοκαίρι 2007: πόσο ακραίο ήταν;

- **Ρεκόρ** όλων των εποχών μέγιστης καταγραφείσας θερμοκρασίας (**44.8 °C**) στο σταθμό του ΕΑΑ
- **Ρεκόρ** όλων των εποχών **μέσης μέγιστης** θερμοκρασίας καλοκαιριού (**34.9 °C**) (μέση κλιματική τιμή 31.6 °C)
(καταρρίφθηκε το **2012, 35.5 °C**)
 - **Ρεκόρ** όλων των εποχών **μέσης ελάχιστης** θερμοκρασίας καλοκαιριού (**24.4 °C**) (μέση κλιματική τιμή 21.6 °C) (καταρρίφθηκε το **2012, 25.3 °C**)
- Ρεκόρ** αριθμού ημερών πάνω απο **37°C** (**26** συνολικά)
 - (καταρρίφθηκε το **2012, 32**)
- Ρεκόρ** αριθμού ημερών πάνω απο **40°C** (**8** συνολικά)



Πορεία της μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας στο ΕΑΑ κατά την περίοδο (1/6/2007-31/8/2007). Σύγκριση με τις αντίστοιχες μέσες κλιματικές τιμές της περιόδου 1961-1990.





καλοκαίρι 2007- Αθήνα

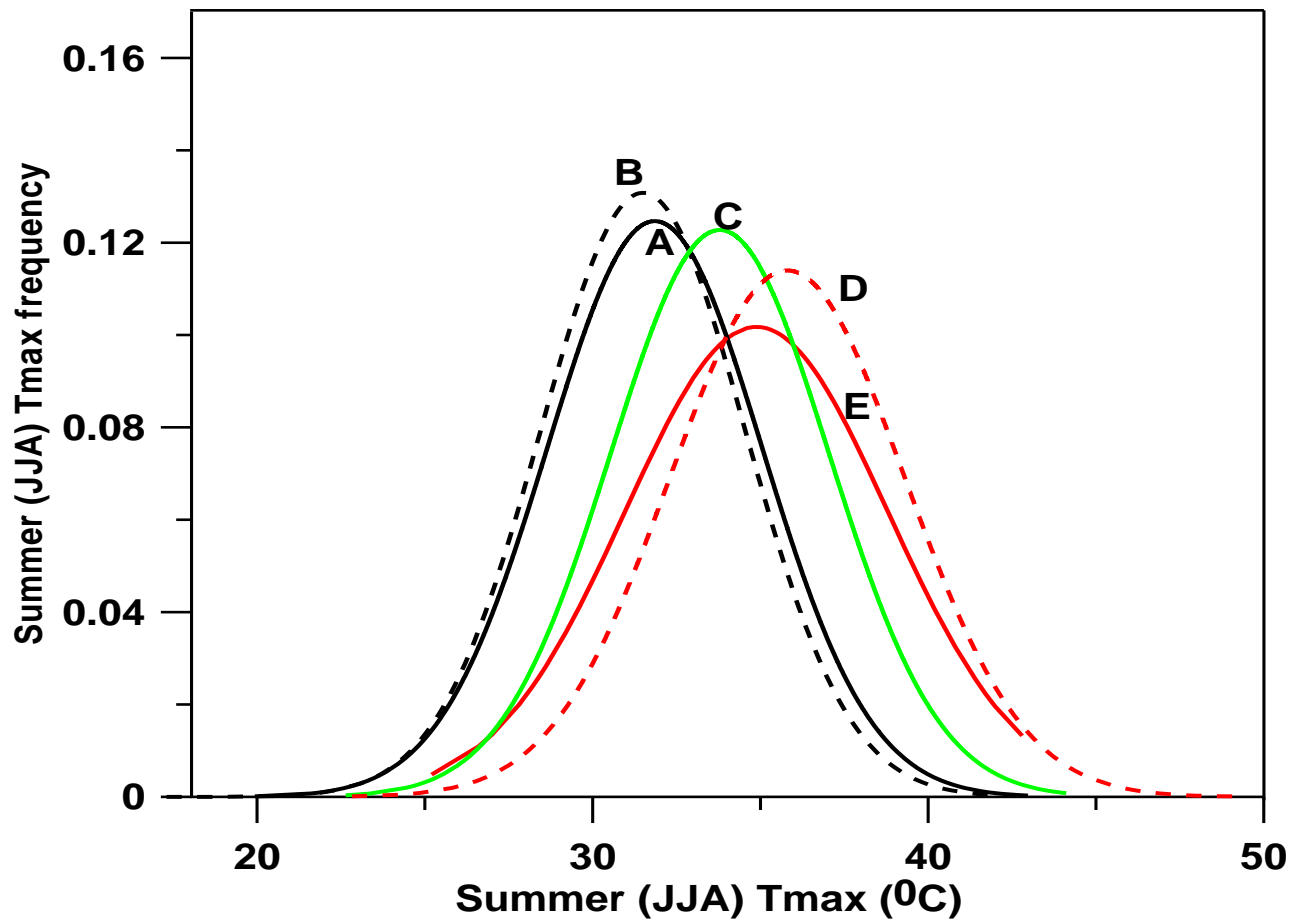
A. Μοντέλο 1961-90

C. Μοντέλο 2021-2050

E. Καλοκαίρι 2007

B. Παρατηρήσεις 1961-90

D. Μοντέλο 2071-2100





ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

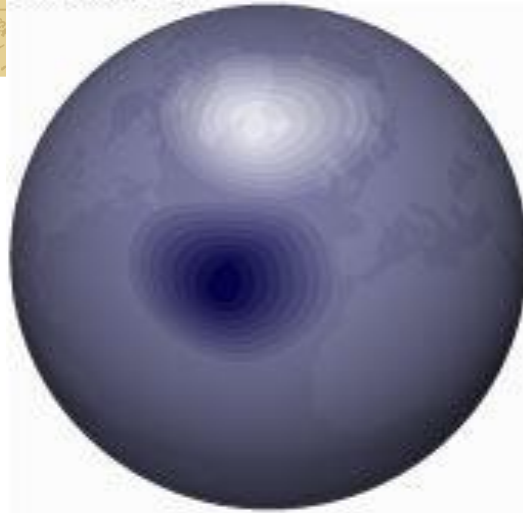
Στην Ευρώπη, η βροχόπτωση επηρεάζεται από μεγάλης κλίμακας φαινόμενα όπως είναι η Διακύμανση του Βόρειου Ατλαντικού ή *North Atlantic Oscillation (NAO)*

Τι είναι το NAO?

- Μόνιμο σύστημα **υψηλών** πιέσεων πάνω από τις Αζόρες (**The Azores High**)
- Μόνιμο σύστημα **χαμηλών** πιέσεων πάνω από την Ισλανδία (**Iselantic Law**)
- Η διακύμανση στη σχετική τους θέση και ένταση αποτελεί το **NAO**
- **NAO+** : Βαθύτερο το χαμηλό της Ισλανδίας και εντονότερο το υψηλό των Αζορών
- **NAO-** : Ασθενέστερο το χαμηλό της Ισλανδίας και το υψηλό των Αζορών



Positive NAO

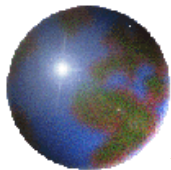


Negative NAO

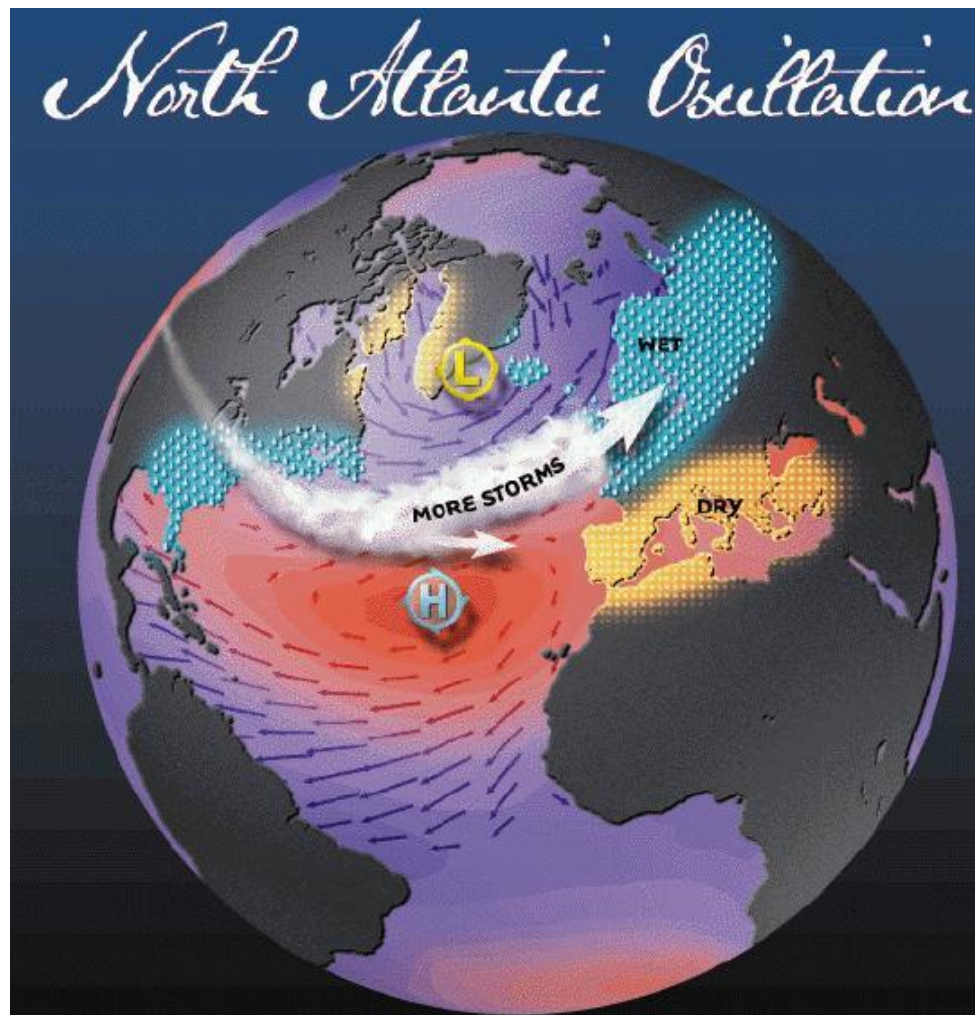


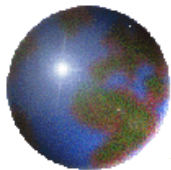
Atmospheric Pressure



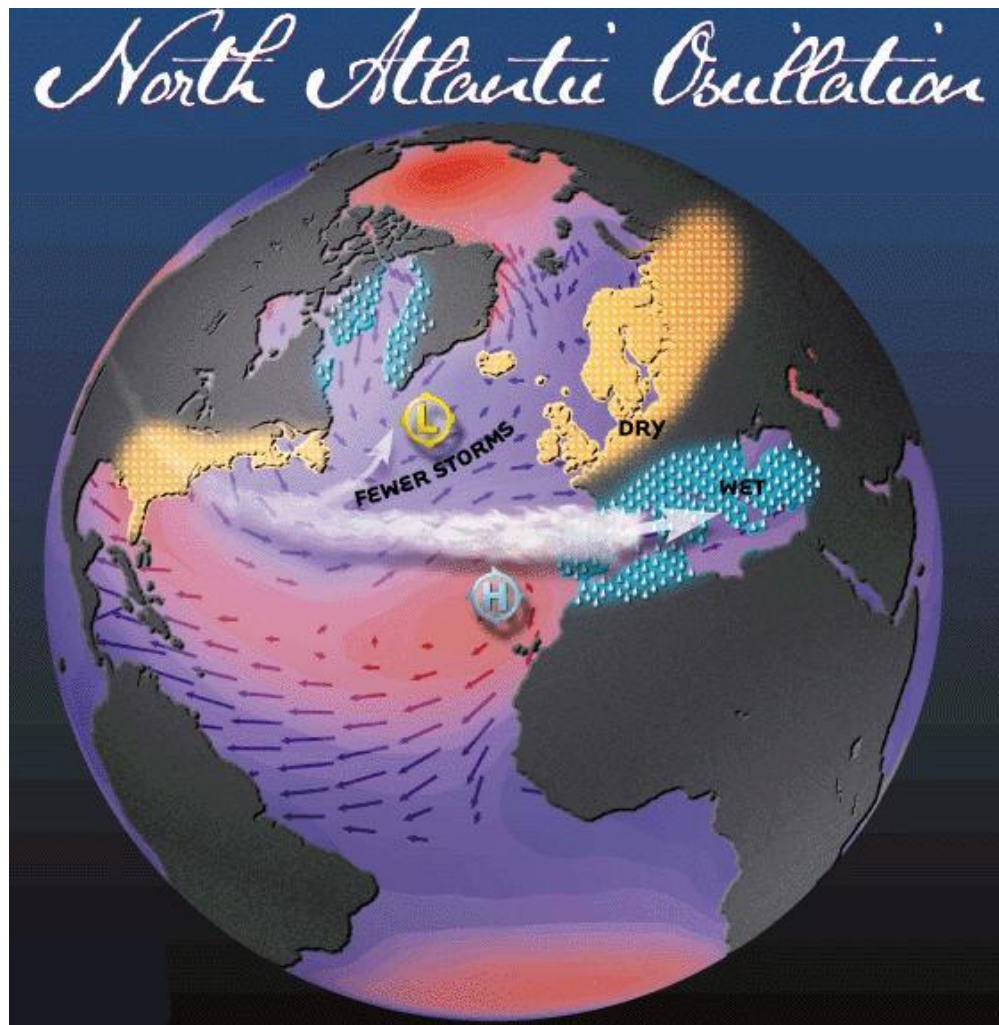


Θετική φάση(NAO+): βορειότερα η τροχιά των υφέσεων – ισχυρότερες βροχοπτώσεις στη Β. Ευρώπη





Αρνητική φάση(NAO-): λιγότερες υφέσεις στη Β. Ευρώπη- βροχερός καιρός στη Μεσόγειο





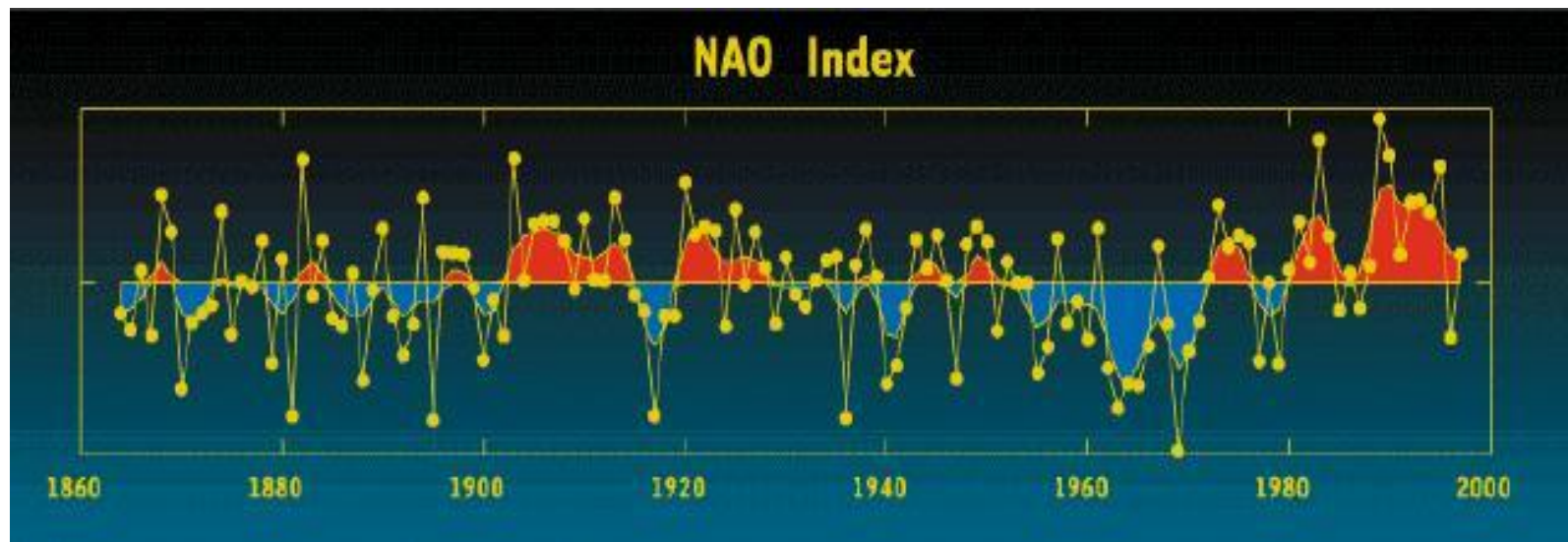
Δείκτης NAO (NAO Index)

Διαφορά πίεσης ανάμεσα σε Ponta Delgada (Azores) και Reykjavic (Ισλανδία) ή

Διαφορά πίεσης ανάμεσα σε Lisbon (Portugal) και Reykjavic (Ισλανδία) ή

Διαφορά πίεσης ανάμεσα σε Gibraltar και Reykjavic (Ισλανδία)

Ο NAOI βρίσκεται σε θετική φάση τα τελευταία χρόνια





Τάσεις βροχόπτωσης στην Ελλάδα

Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη (Feidas et al., 2007):

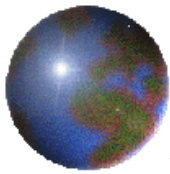
Από σύνολο **22** σταθμών σε όλη την Ελλάδα και για την περίοδο **1955-2001**

Οι **12** παρουσιάζουν **πτωτική τάση της βροχόπτωσης** η οποία είναι στατιστικά σημαντική κυρίως τα τελευταία 30 χρόνια

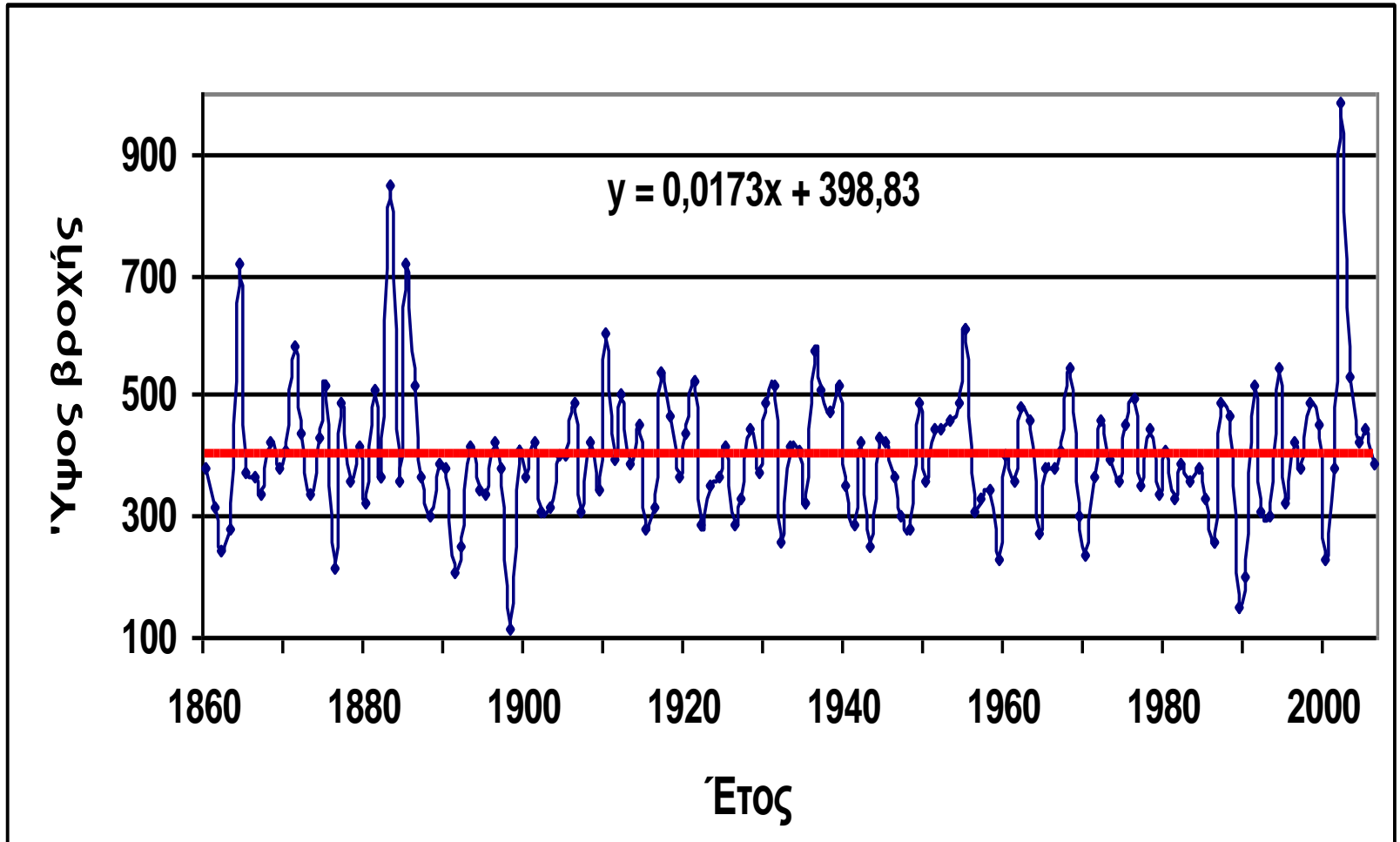
2 σταθμοί παρουσιάζουν ελαφρά αύξηση

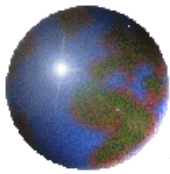
Οι υπόλοιποι **9** δεν παρουσιάζουν κάποια σημαντική τάση

Η μεγαλύτερη πτωτική τάση σημειώνεται κυρίως τους **χειμερινούς** μήνες

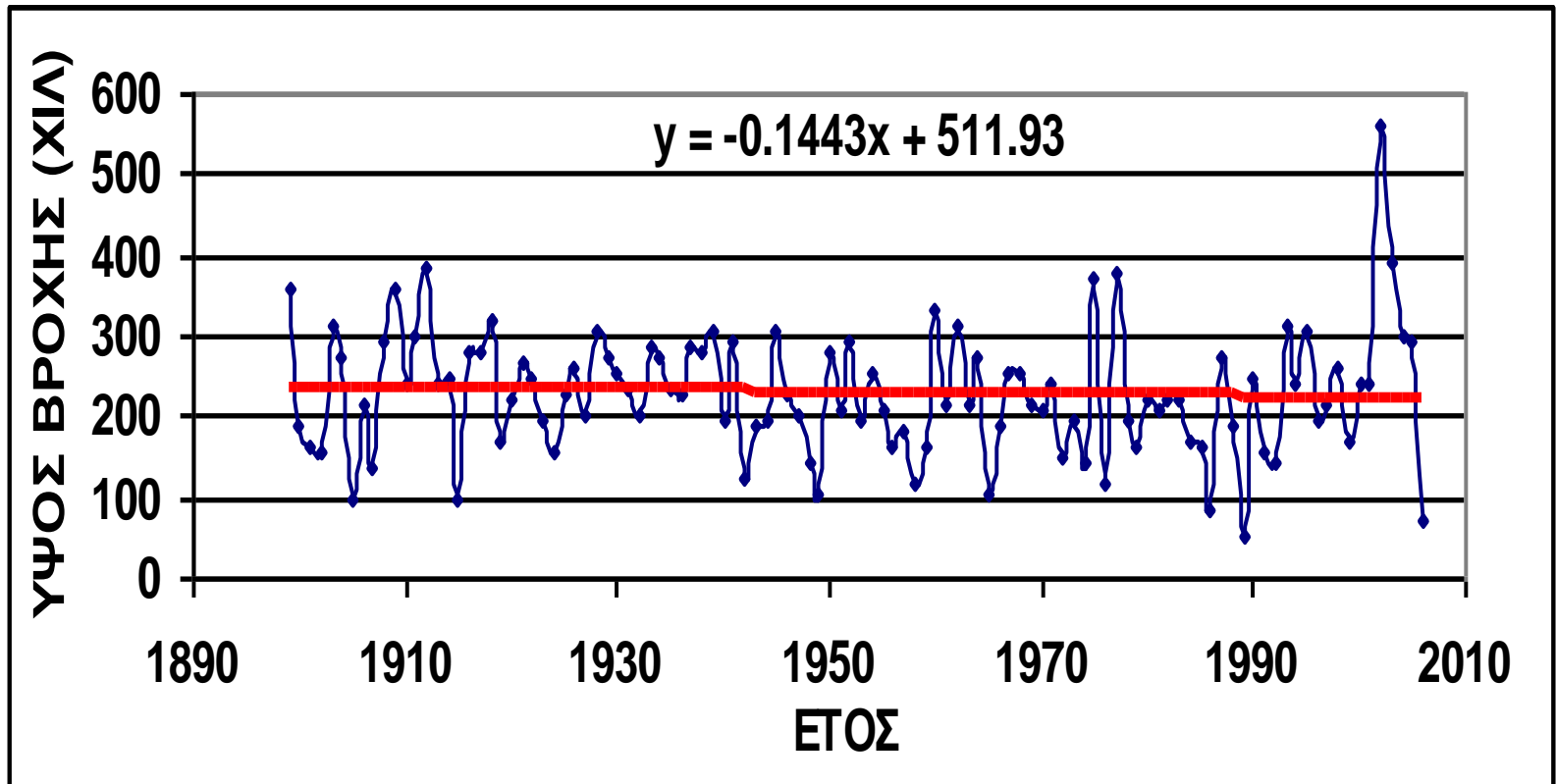


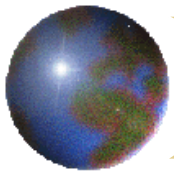
Πορεία ετήσιας βροχόπτωσης στην Αθήνα απο το 1860 (Σταθμός ΕΑΑ)



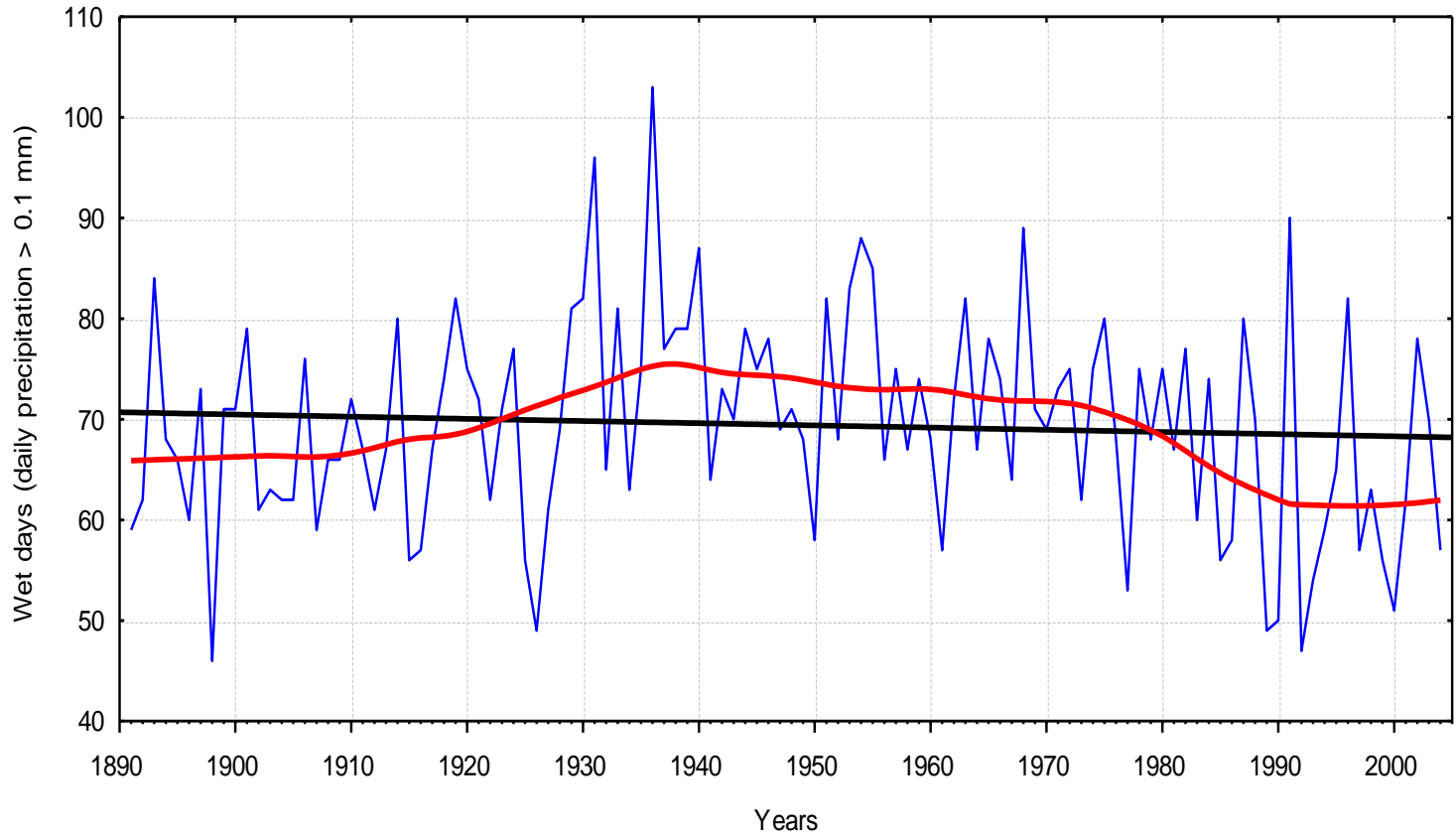


Πορεία χειμερινής βροχόπτωσης στην Αθήνα (Νοέμβριος – Φεβρουάριος)
(Σταθμός ΕΑΑ)

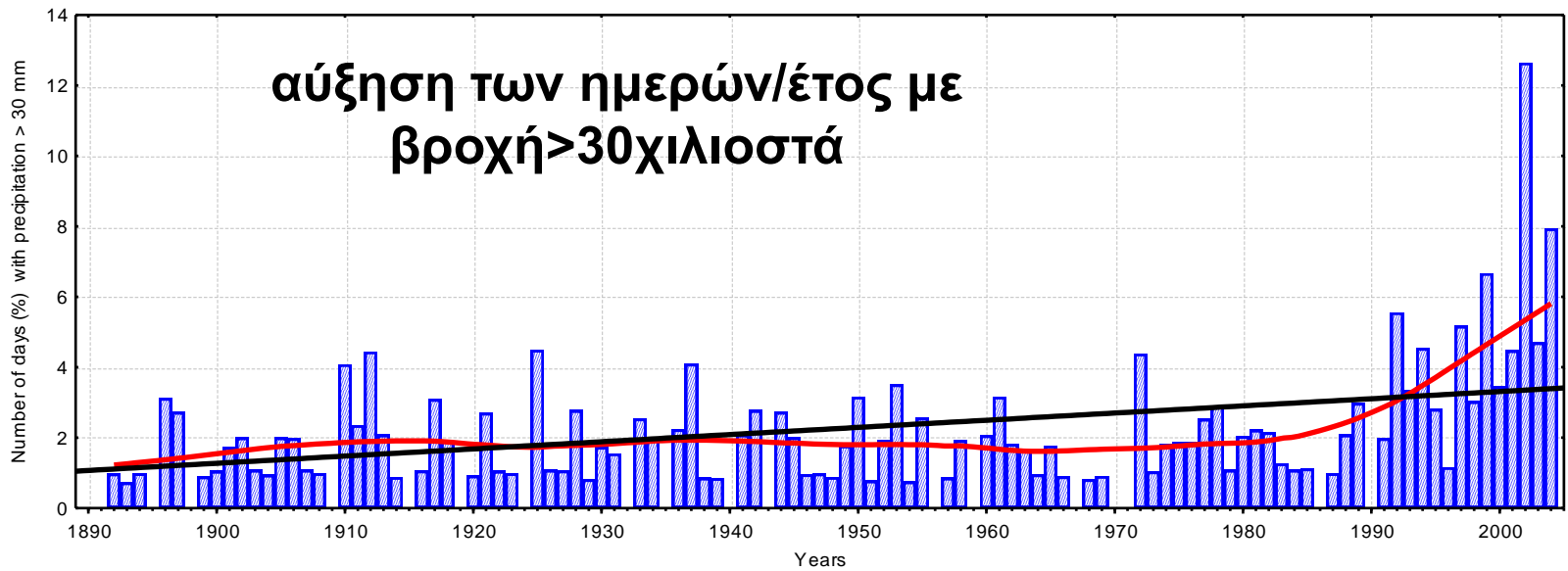
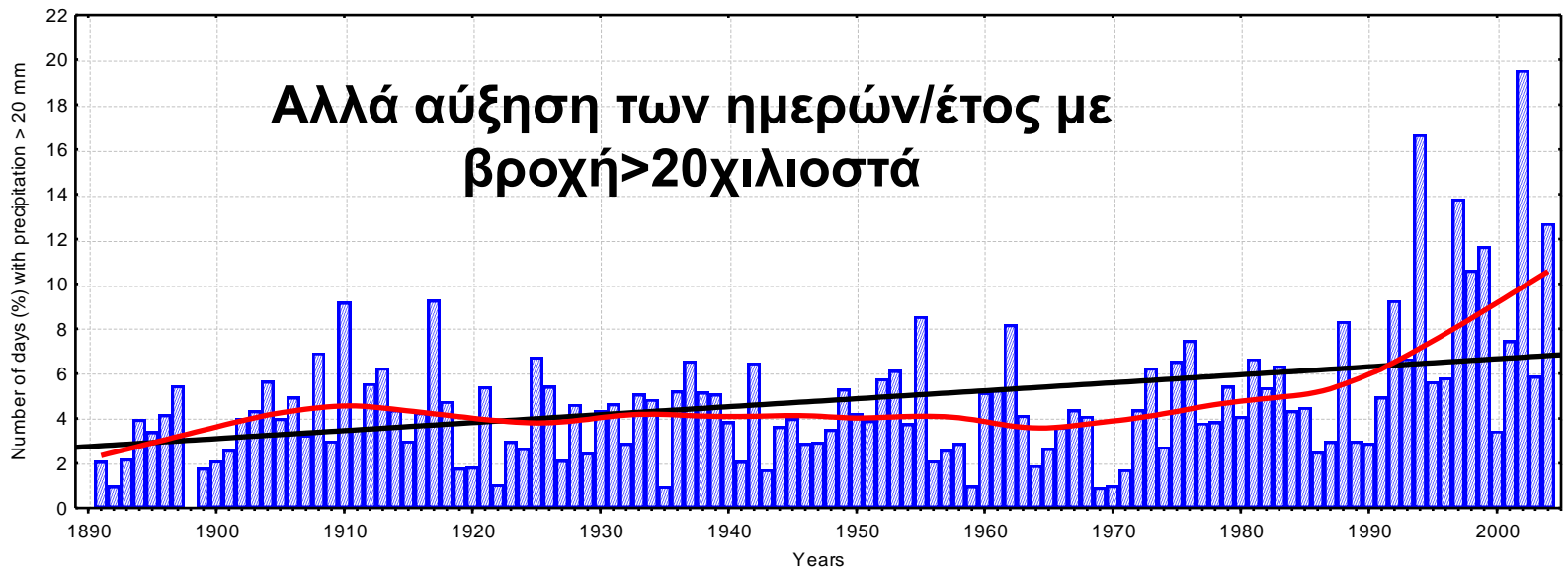
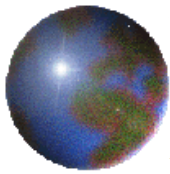




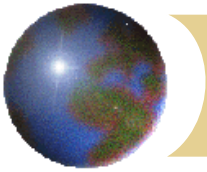
Σταδιακή μείωση του αριθμού βροχερών ημερών (wet days)/έτος στην Αθήνα κατά τα τελευταία 70 έτη



Πηγή: Nastos & Zerefos, 2007

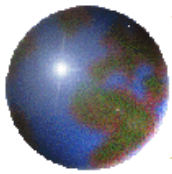


Πηγή: Nastos & Zerefos, 2007



Γενικά Συμπεράσματα

- ✓ Σημαντική αύξηση της **μέσης, μέγιστης και ελάχιστης** θερμοκρασίας στην Αθήνα ιδιαίτερα τα τελευταία 30 χρόνια κατά τη **θερινή** περίοδο
 - ✓ **Υπερδιπλασιασμός** του αριθμού των **θερμών ημερών**, του αριθμού θερμών επεισοδίων και της μέσης **διάρκειας θερμών επεισοδίων**
 - ✓ **Λιγότερο σημαντικές** μεταβολές κατά τη **χειμερινή** περίοδο
 - ✓ **Καλοκαίρι 2007**: το πιο **ακραίο** όλων των εποχών στο σταθμό του ΕΑΑ
- Ελαφρά μείωση** του **συνολικού** ποσού **βροχόπτωσης**
- ✓ **Μείωση** του **αριθμού βροχερών ημερών/έτος**
 - ✓ **Αύξηση** της **έντασης** των βροχοπτώσεων



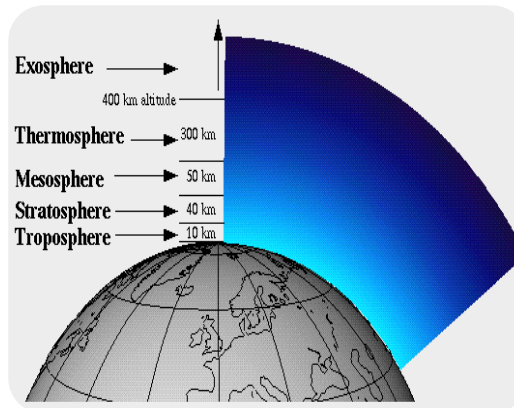
Κλιματικό σύστημα



Ωκεανοί



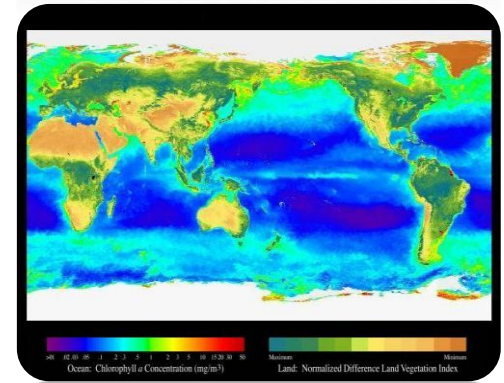
Κρυόσφαιρα



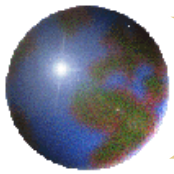
Ατμόσφαιρα



Ξηρά

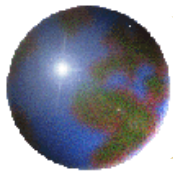


Βιόσφαιρα

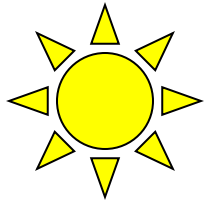


Η Κλιματική Αλλαγή



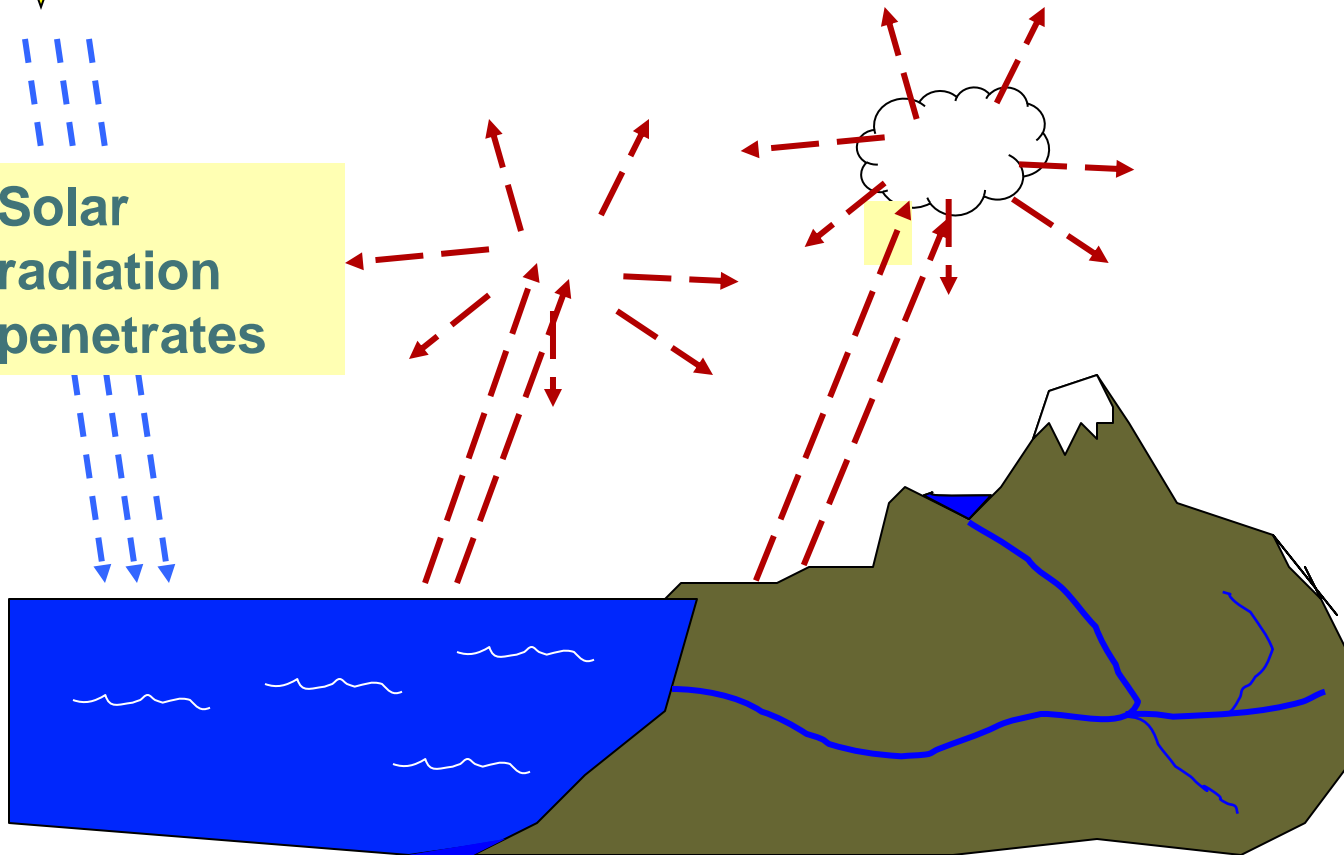


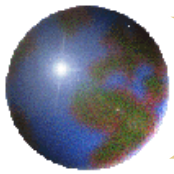
Φαινόμενο θερμοκηπίου



Solar radiation penetrates

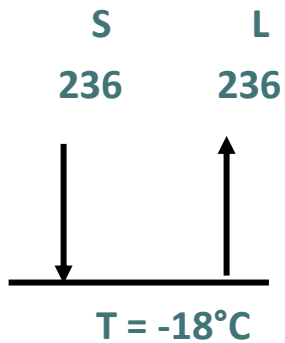
IR radiation absorbed & re-emitted, partially toward surface



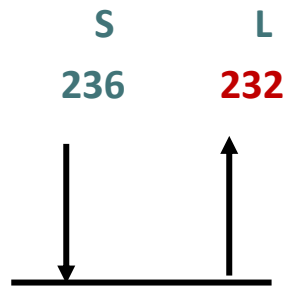


Το ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου

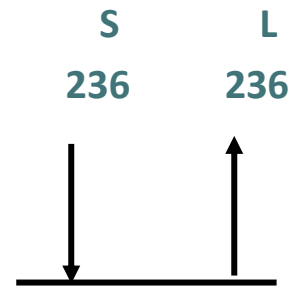
Solar (S) and longwave (L) radiation in Wm^{-2} at the top of the atmosphere



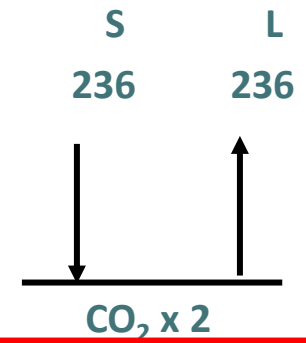
$T_s = 15^{\circ}C$



$T_s = 15^{\circ}C$

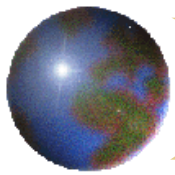


$DT_s \sim 1.2K$



CO₂ x 2
+ Feedbacks
H₂O (+60%)
Ice/Albedo (+20%)
Cloud?
Ocean?
 $DT_s \sim 2.5K$

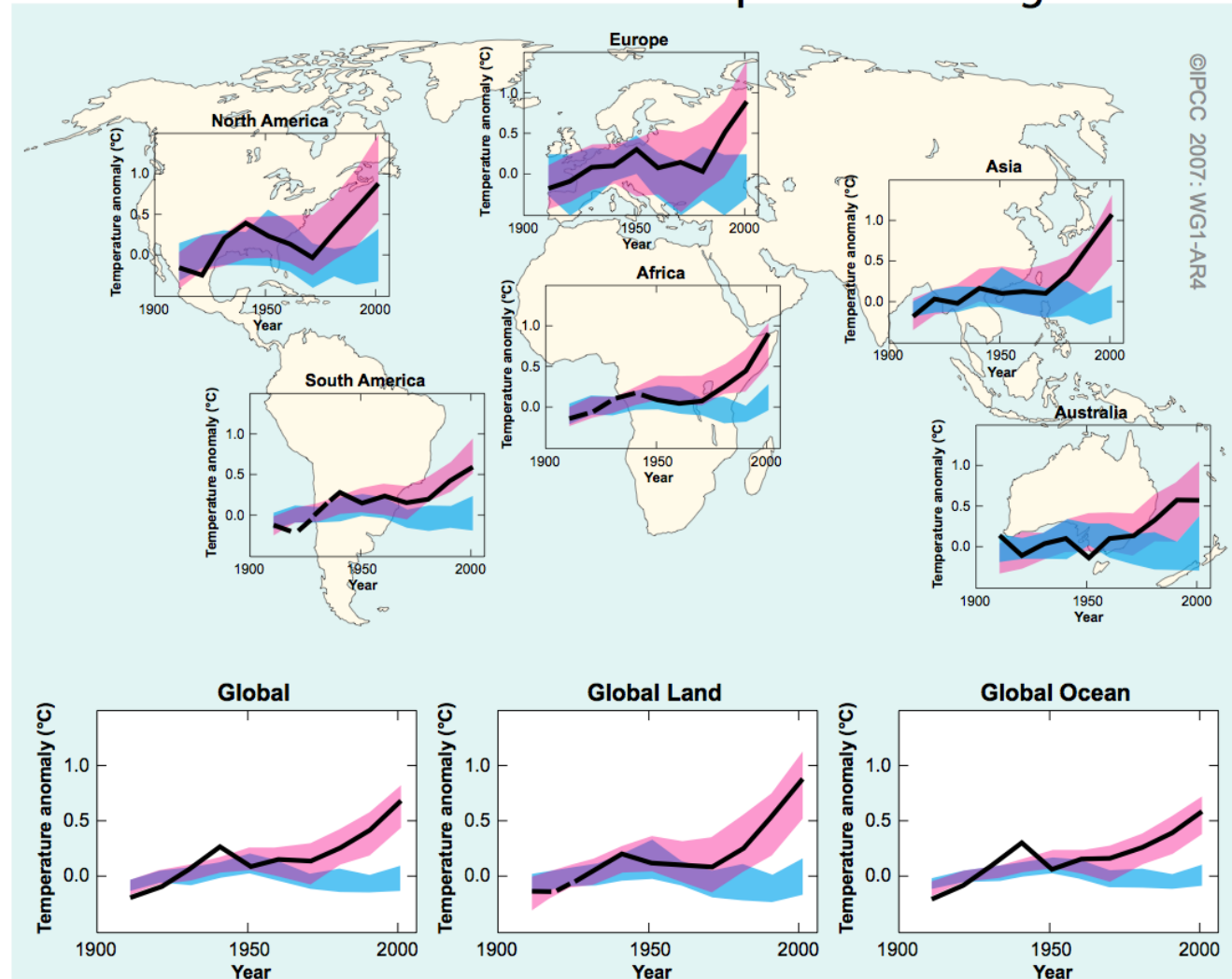




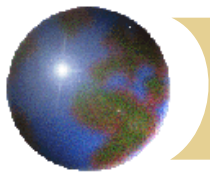
Παγκόσμια θέρμανση

Continental warming
likely shows a significant anthropogenic contribution over the past 50 years

Global and Continental Temperature Change

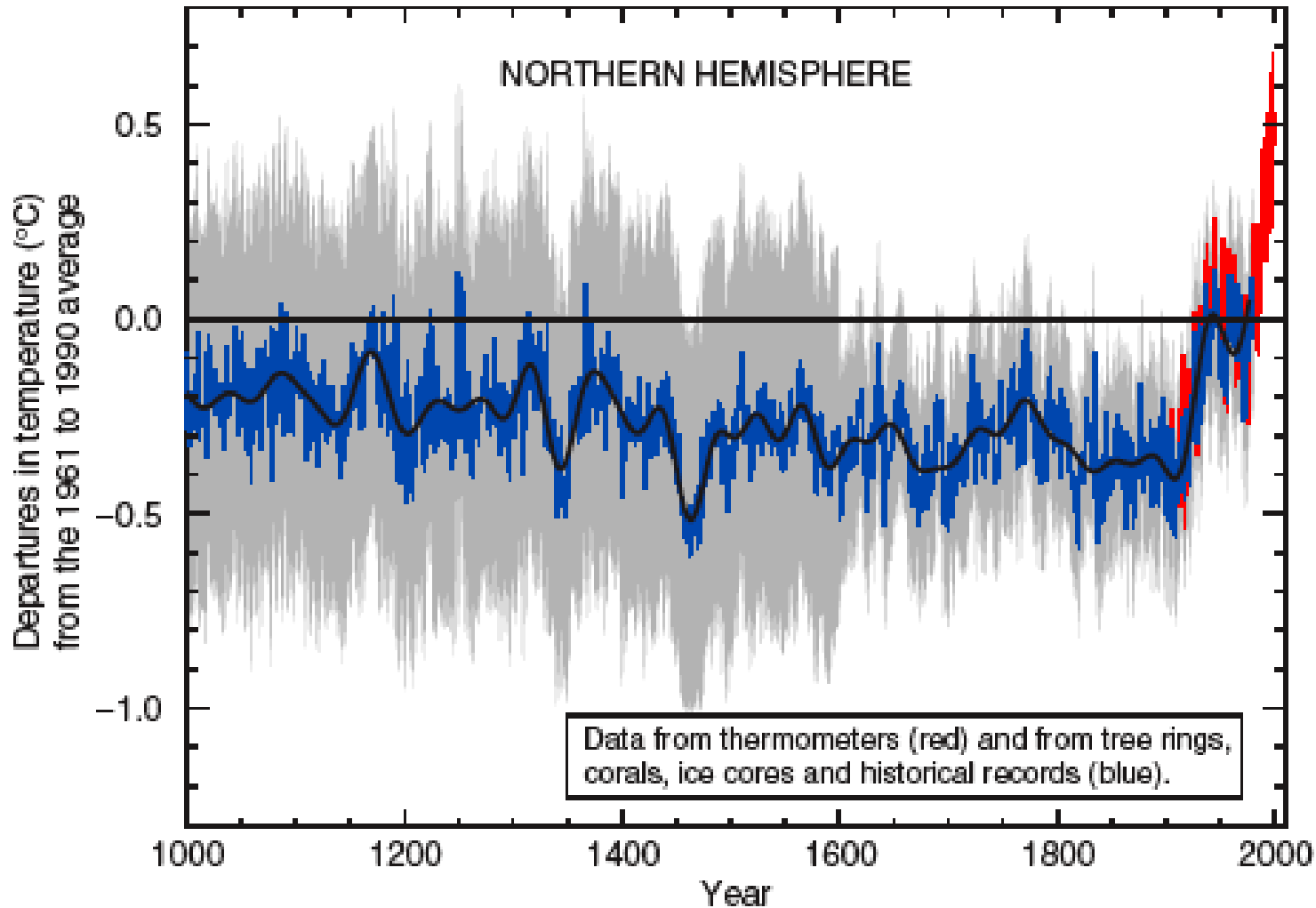


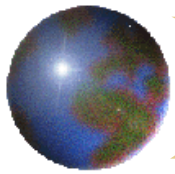
©IPCC 2007: WG1-AR4



Παρατηρούμενη θερμοκρασία

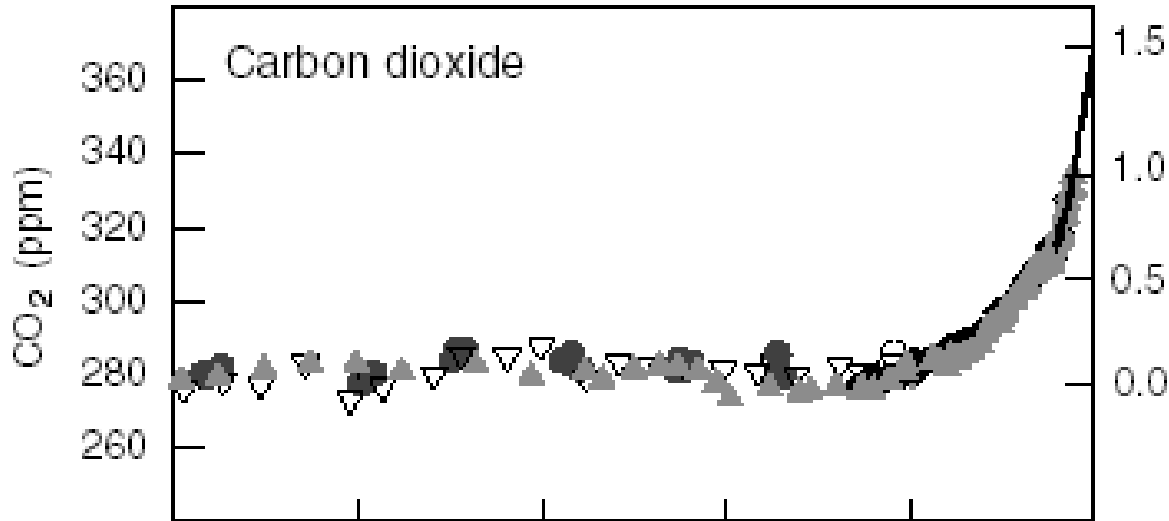
(b) the past 1,000 years



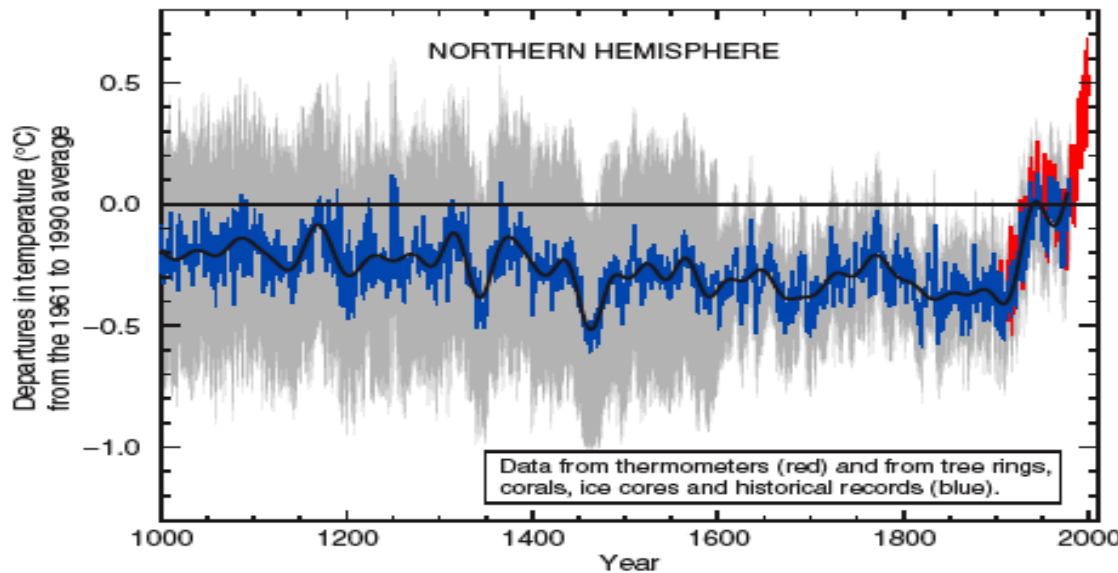


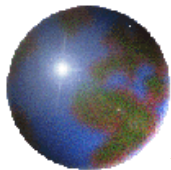
«Ανθρωπογενείς» Μεταβολές

Atmospheric concentration



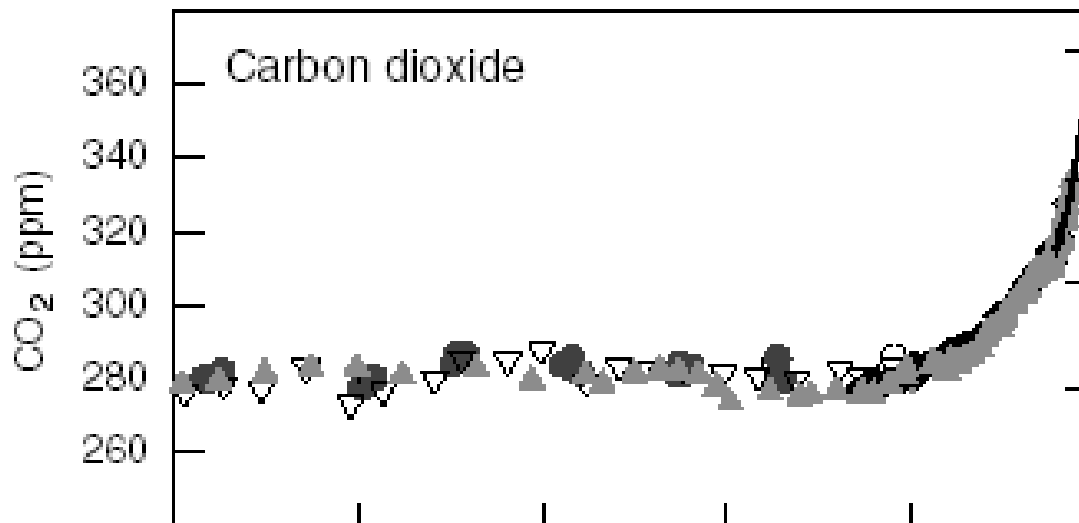
(b) the past 1,000 years





«Ανθρωπογενείς» Μεταβολές

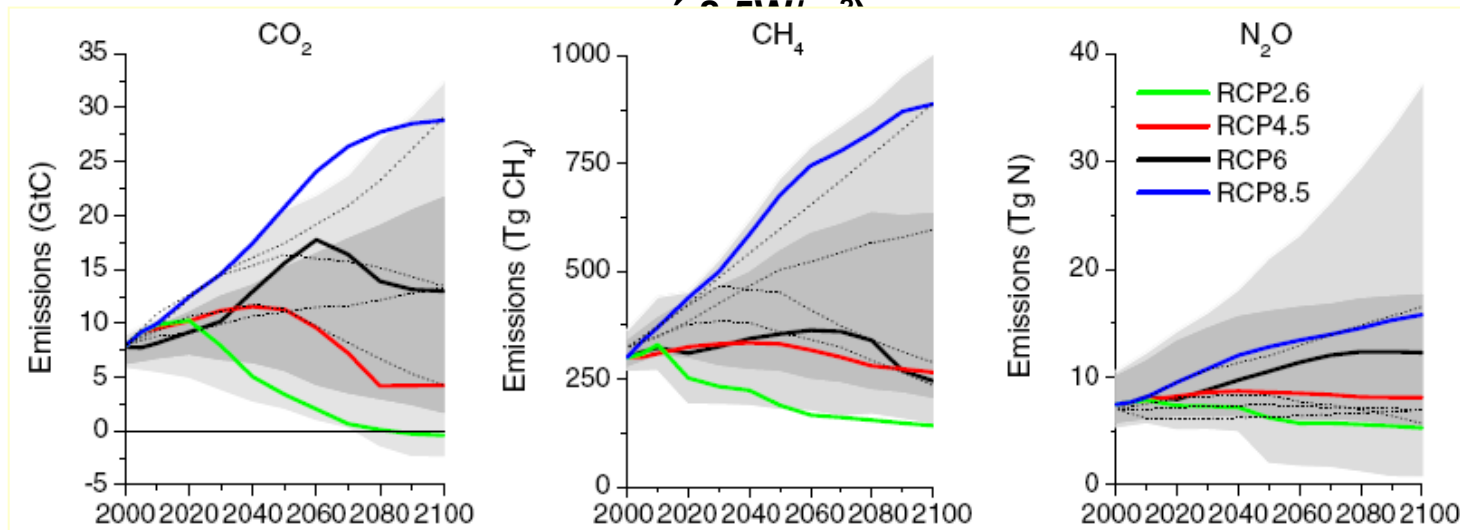
560ppm
CO₂
~2060

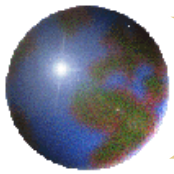




Σενάρια εκπομπών

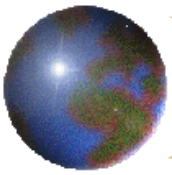
- **RCP 4.5:** Σταθεροποίηση συγκέντρωσης θερμοκηπιακών αερίων με πολιτικές μετριασμού
Το σενάριο RCP4.5 θεωρεί ότι οι παγκόσμιες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου θα αρχίσουν να μειώνονται από το 2040 (επίδραση στο ενεργειακό ισοζύγιο κατά 4.5 W/m^2). Το σενάριο αυτό προϋποθέτει την επιβολή πολιτικών μετριασμού των εκπομπών.
- **RCP 8.5:** Αυξανόμενη συγκέντρωση θερμοκηπιακών αερίων χωρίς πολιτικές μετριασμού
Το RCP8.5 θεωρείται το σενάριο της αδράνειας ή συνήθους τακτική (business as usual) καθώς δεν περιλαμβάνει κανένα ειδικό στόχο μετριασμού των εκπομπών. Σύμφωνα με το σενάριο αυτό οι εκπομπές των θερμοκηπιακών αερίων θα αυξάνονται συνεχώς, φτάνοντας σε πολύ υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης στο τέλος του 21^{ου} αιώνα (επίδραση στο ενεργειακό ισοζύγιο



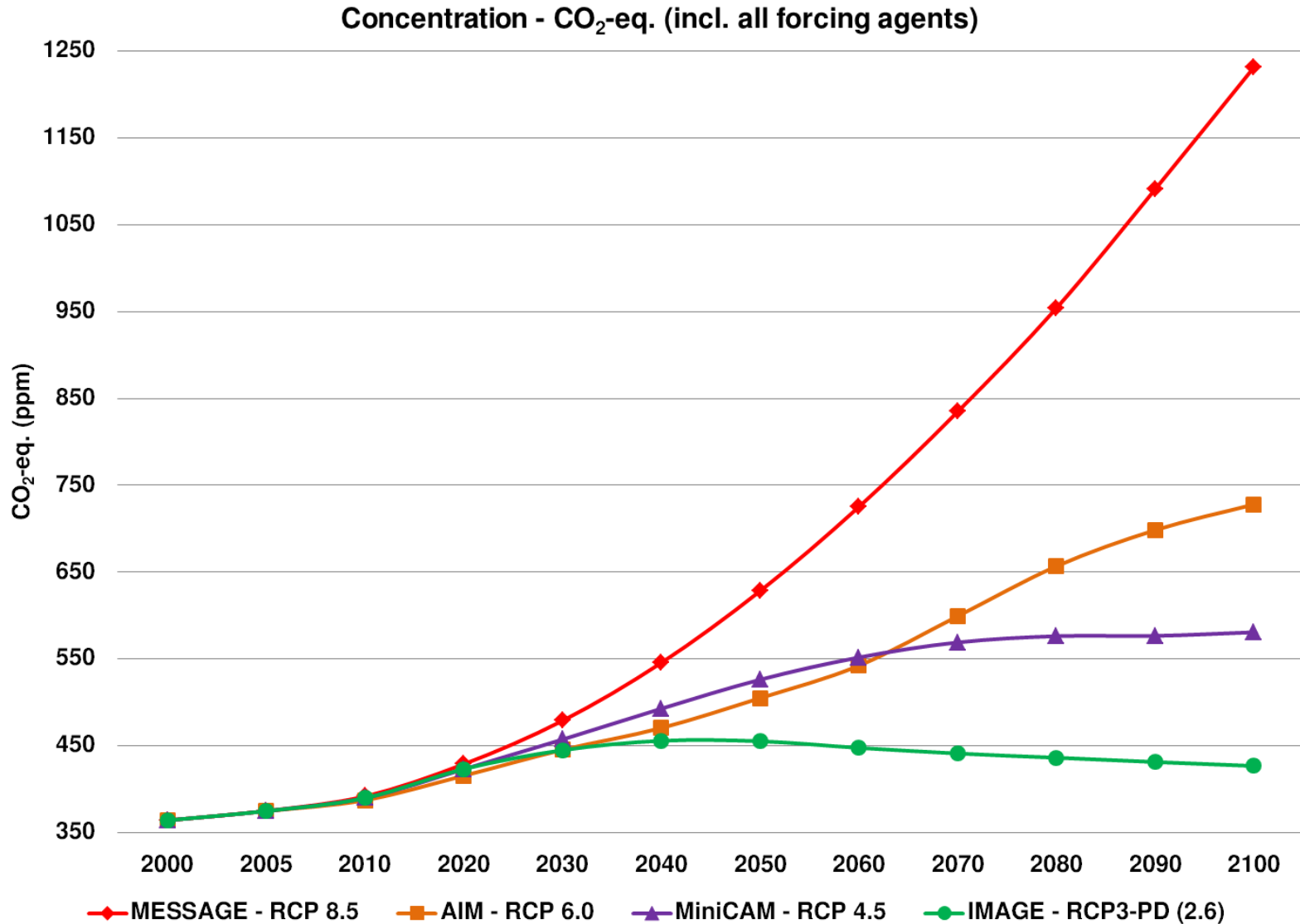


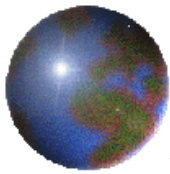
Future Climate Scenarios

	Description	IA Model	Publication – IA Model
RCP8.5	Rising radiative forcing pathway leading to 8.5 W/m² in 2100.	MESSAGE	Riahi et al. (2007) Rao & Riahi (2006)
RCP6	Stabilization without overshoot pathway to 6 W/m² at stabilization after 2100	AIM	Fujino et al. (2006) Hijioka et al. (2008)
RCP4.5	Stabilization without overshoot pathway to 4.5 W/m² at stabilization after 2100	GCAM (MiniCAM)	Smith and Wigley (2006) Clarke et al. (2007) Wise et al. (2009)
RCP2.6	Peak in radiative forcing at ~ 3 W/m² before 2100 and decline	IMAGE	van Vuuren et al. (2006; 2007)

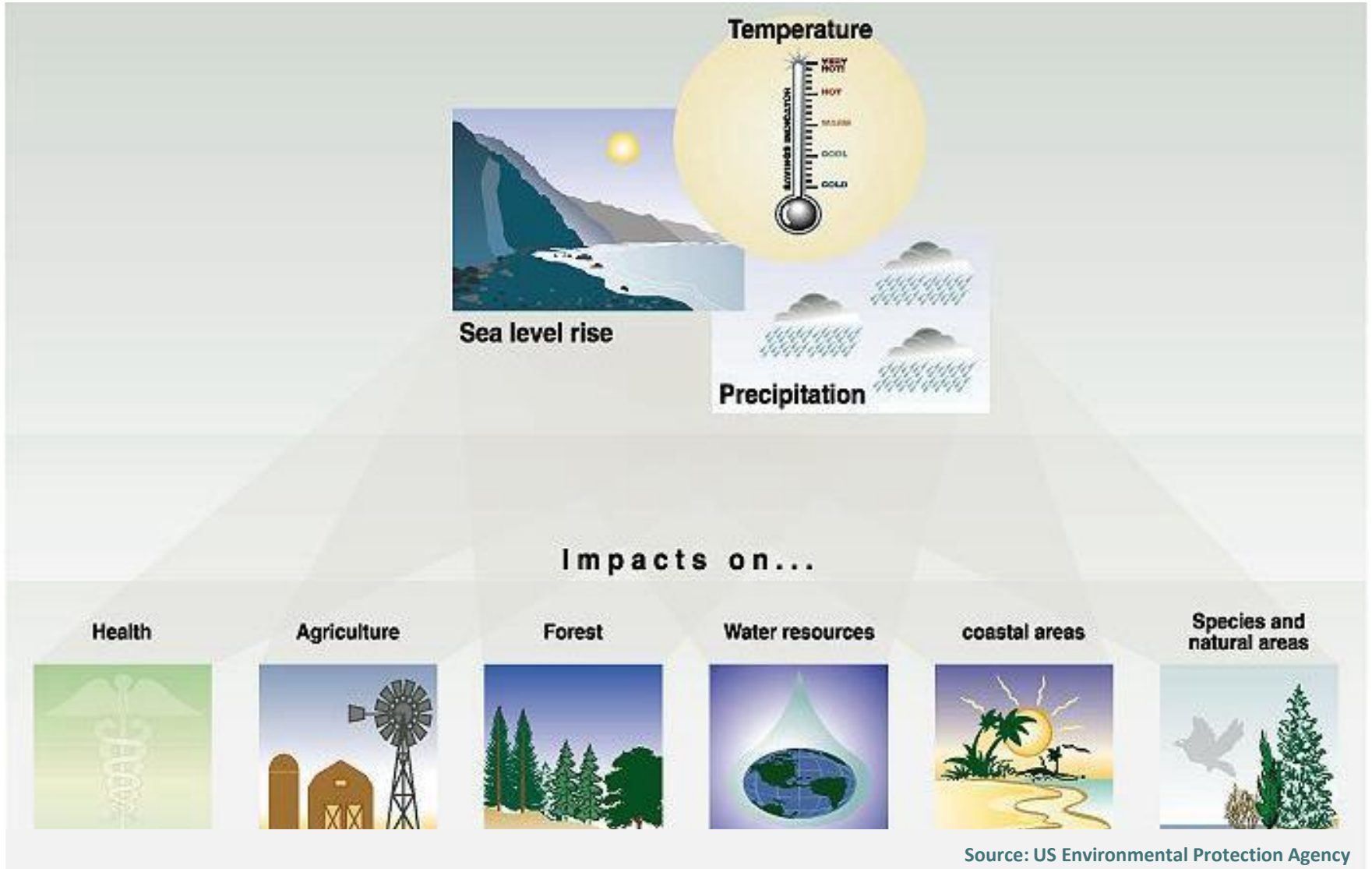


Future Climate Scenarios - RCPs





Οι Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής





Τομείς Επιπτώσεων

ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ Μείωση υδατικών αποθεμάτων από χιόνι/παγετώνες σε περιοχές κοντά σε βουνά (1/6 παγκόσμιου πληθυσμού)

ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 20-30% ειδών φυτικού και ζωικού βασιλείου υπό απειλή εξαφάνισης αν η παγκόσμια θερμοκρασία ανέβει κατά 2° C

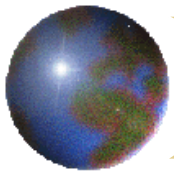
ΓΕΩΡΓΙΑ Μείωση απόδοσης καλλιεργειών σε χαμηλά γεωγραφικά πλάτη, αύξηση απόδοσης σε ψηλότερα πλάτη αν η αύξηση θερμοκρασίας δεν ξεπεράσει τους 3° C

ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ Απειλή η αύξηση της στάθμης της θάλασσας για εκατομμύρια ανθρώπους

ΥΓΕΙΑ Αυξημένη θνησιμότητα λόγω καυσώνων, πιο πολλές ενδημικές ασθένειες

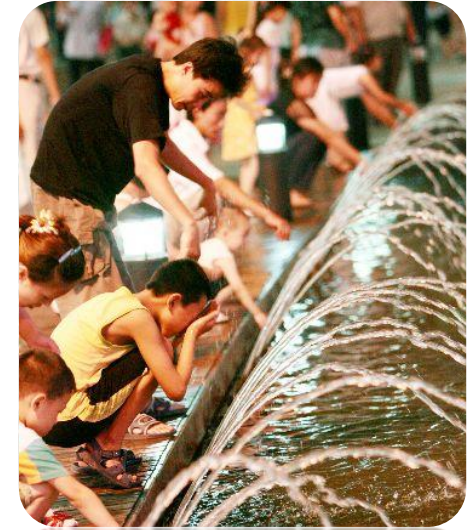
ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ Καύσωνες και πυρκαγιές, συνθήκες χιονιού (χιονοδρομικά κέντρα), ενεργειακές απαιτήσεις



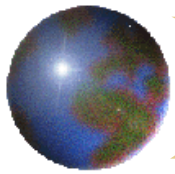


Δημόσια Υγεία – Αύξηση θερμοκρασίας

- Αύξηση ασθενειών που σχετίζονται με ζεστό καιρό καρδιακά, αναπνευστικά νοσήματα
 - Θάνατοι ευπαθών ομάδων του πληθυσμού (Καλοκαίρι 2003 -> 20.000 θάνατοι στην Ευρώπη & περισσότεροι από 1500 στην Ινδία)
- Εξάπλωση μεταδοτικών ασθενειών
 - υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν έντομα που μεταφέρουν τις ασθένειες (κουνούπια που μεταδίδουν ελονοσία των Τροπικών μεταναστεύουν σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη)
 - Ασθένειες που έτειναν να εξαλειφθούν (π.χ. κίτρινος πυρετός) επανεμφανίζονται (Λατινική Αμερική)



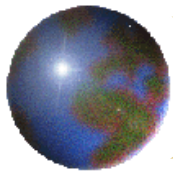
Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας εκτιμά ότι περισσότεροι από 150.000 θάνατοι μόνο για το έτος 2000 οφείλονται στις κλιματικές αλλαγές και παρουσιάζουν ανοδική τάση



Πλημμύρες

Οι κλιματικές αλλαγές πιθανόν θα αυξήσουν τη συχνότητα των ακραίων πλημμύρων στην Ευρώπη, και ιδιαίτερα εκείνων από υπερχείλιση ποταμών/ρεμάτων, οι οποίες έχουν υψηλότερο κίνδυνο να χαθούν ανθρώπινες ζωές.





Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

Πλημμύρες περιοχών χαμηλού
υψομέτρου/νησιών

Διάβρωση ακτογραμμών

Καταστροφές οικοσυστημάτων,
υγροτόπων



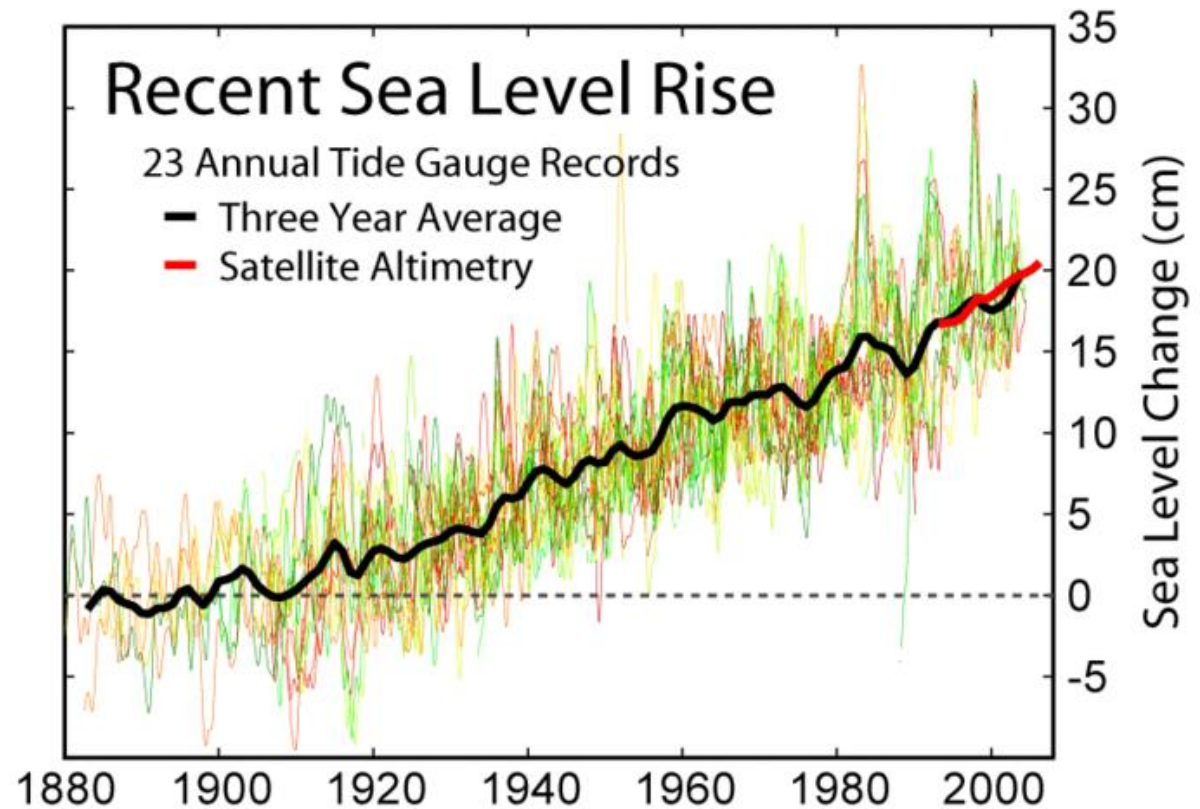
- ✦ Τα τελευταία 100 χρόνια η στάθμη της θάλασσας έχει ανέλθει 10-20 cm.
- ✦ Μελέτες υποδεικνύουν άνοδο 10-90 cm τα επόμενα 100 χρόνια.



Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

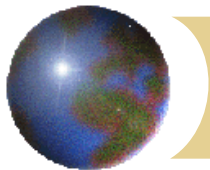
Τι σημαίνει αυτό;

- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας
- Συχνότερος ακραίος καιρός
- Μεταβολές στη βροχόπτωση
- Εξάπλωση ασθενειών



cc. Robert A. Rohde

http://www.globalwarmingart.com/wiki/Image:Recent_Sea_Level_Rise_.png



Κλιματικές Αλλαγές στη Μεσόγειο

(IPCC 4th Assessment Report)

Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2°C μπορεί να οδηγήσει σε ερημοποίηση, επέκταση λιβαδότοπων σε βάρος των θαμνωδών περιοχών, επέκταση φυλλοβόλων δασών σε βάρος των κωνοφόρων

Γεωργία και δάση είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στις πρόσφατες ανοδικές τάσεις των καυσώνων, ξηρασίας και πλημμυρών

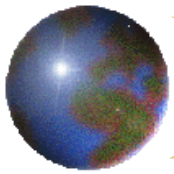
Οι δεξαμενές υπογείων υδάτων μειώνονται δραματικά κατά 70% διαμήκως του νότιου τμήματος της λεκάνης της Μεσογείου

Πολλές περιοχές αντιμετωπίζουν αύξηση 20-34% στο αριθμό ημερών με υψηλό δείκτη κινδύνου δασικών πυρκαγιών

Υγρότοποι σε κίνδυνο αφανισμού

Μεταναστεύσεις οικογενειών φυκιών και μεσογειακά δελφίνια σε κίνδυνο αφανισμού





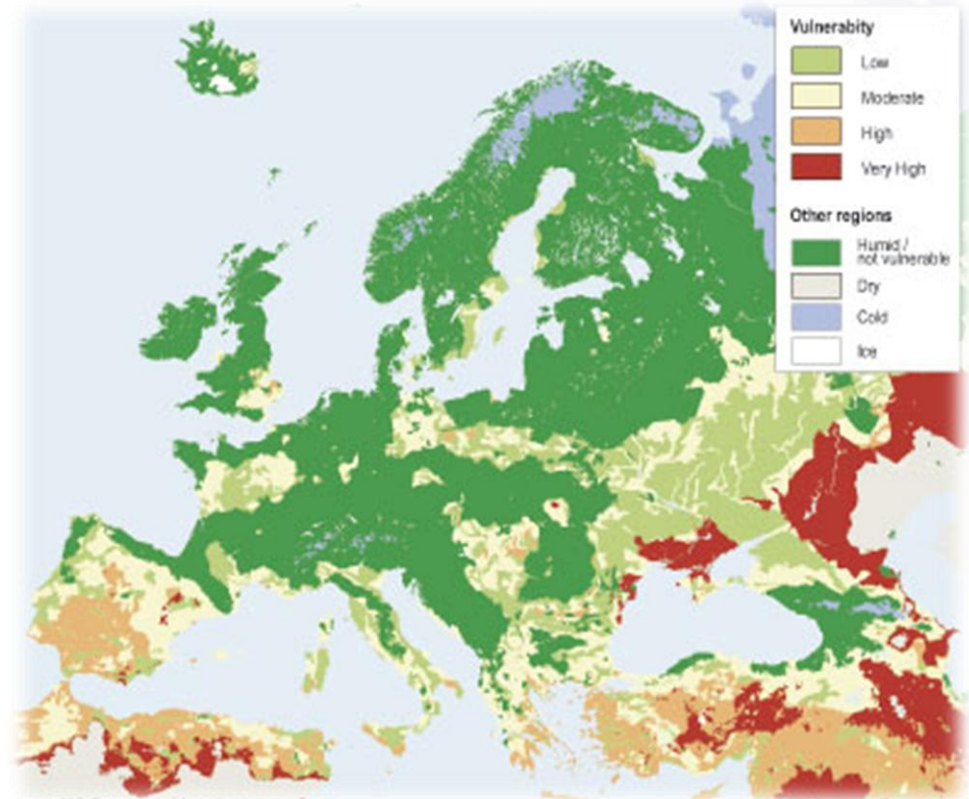
Ερημοποίηση (Desertification)

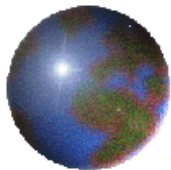


Υποβάθμιση του εδάφους και της βλάστησης
ώστε να μην μπορεί να αναπτυχθεί γεωργία,
κτηνοτροφία, δάση

Το 50% των εδαφών της Κρήτης αλλά και
το 35% των εδαφών σε ολόκληρη την
Ελλάδα βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο
ερημοποίησης.

Υψηλού κινδύνου ζώνη θεωρείται κυρίως η
Ανατολική και Νότια Κρήτη, δηλαδή
περιοχές του Νομού Λασιθίου και τμήματα
του Νομού Ηρακλείου.





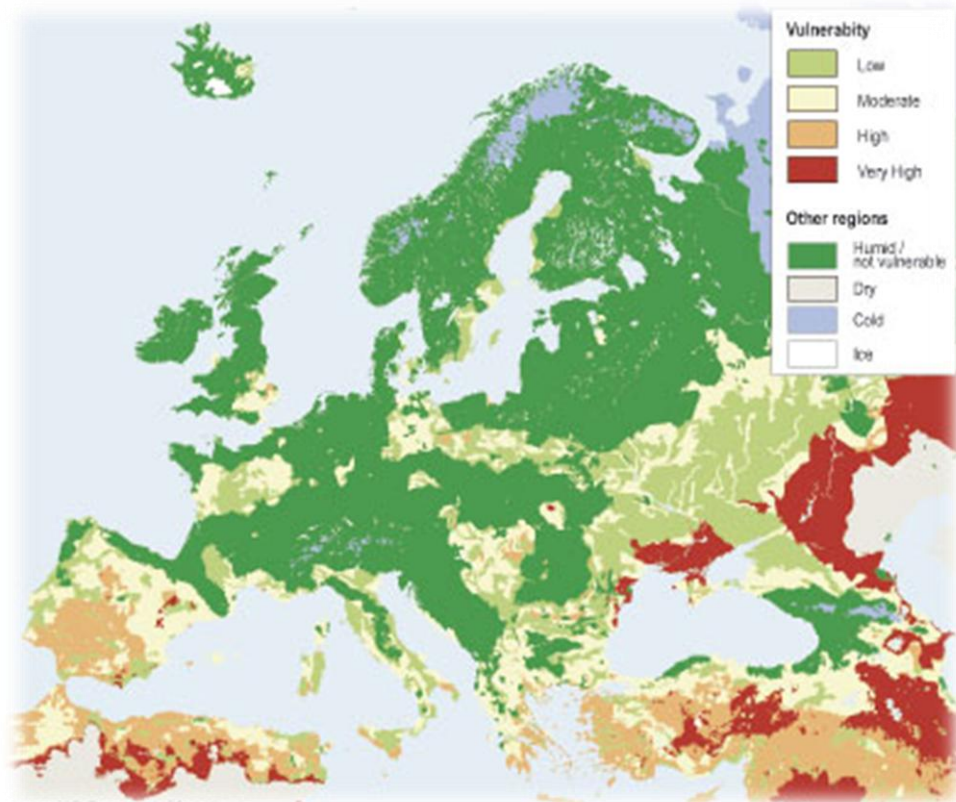
Ερημοποίηση (Desertification)

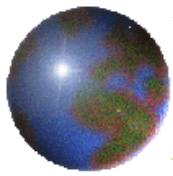


Το 50% των εδαφών της Κρήτης αλλά και το 35% των εδαφών σε ολόκληρη την Ελλάδα βρίσκονται σε υψηλό κίνδυνο ερημοποίησης.

Υψηλού κινδύνου ζώνη θεωρείται κυρίως η Ανατολική και Νότια Κρήτη, δηλαδή περιοχές του Νομού Λασιθίου και τμήματα του Νομού Ηρακλείου.

Υποβάθμιση του εδάφους και της βλάστησης ώστε να μην μπορεί να αναπτυχθεί γεωργία, κτηνοτροφία, δάση





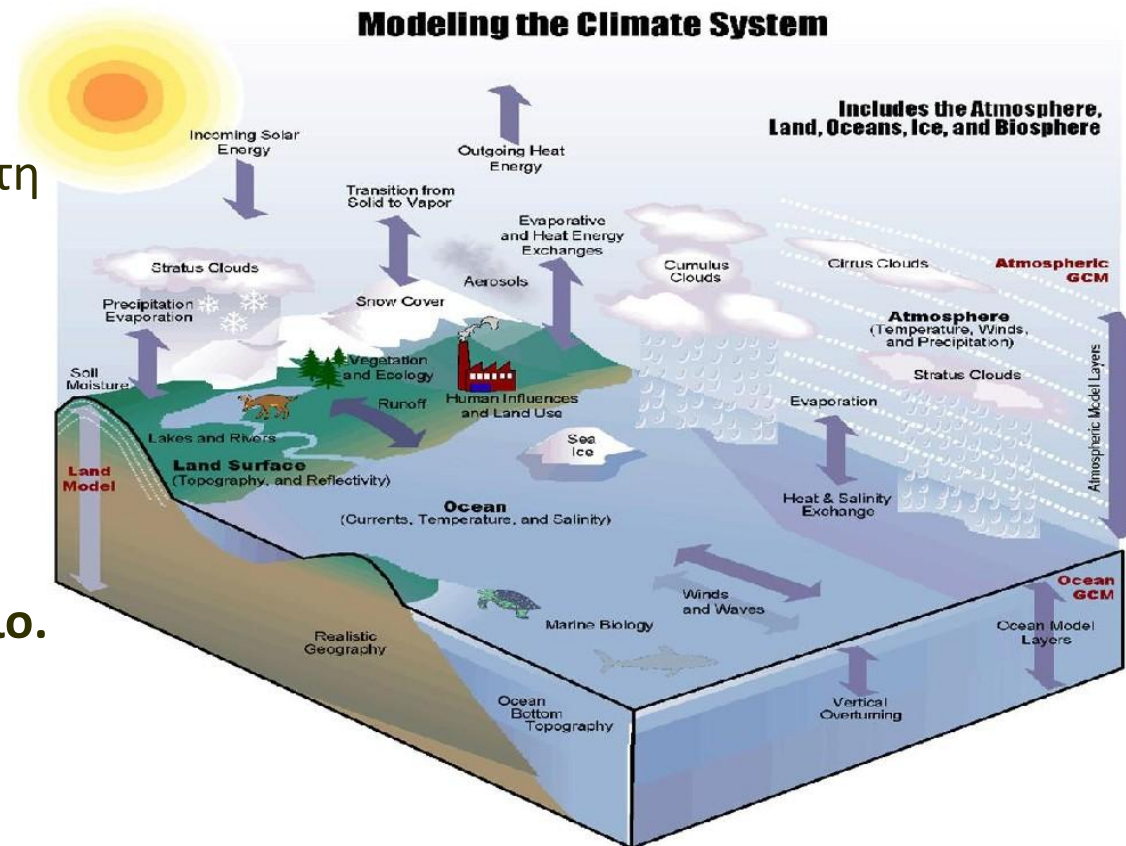
Κλιματικά μοντέλα

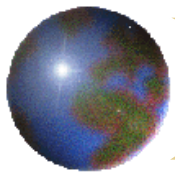
Τα κλιματικά μοντέλα είναι υπολογιστικά προγράμματα, που προσομοιώνουν τις φυσικές διαδικασίες του κλίματος και αναπαράγουν την ατμοσφαιρική και ωκεάνια κατάσταση

Τα κλιματικά μοντέλα χρησιμοποιούν μαθηματικές εξισώσεις για να περιγράψουν τη συμπεριφορά των παραγόντων που επηρεάζουν το κλίμα.

Οι παράγοντες είναι:
ατμόσφαιρα, ωκεανοί,
επιφάνεια ξηράς, βιόσφαιρα,
πάγοι και ενέργεια από τον ήλιο.

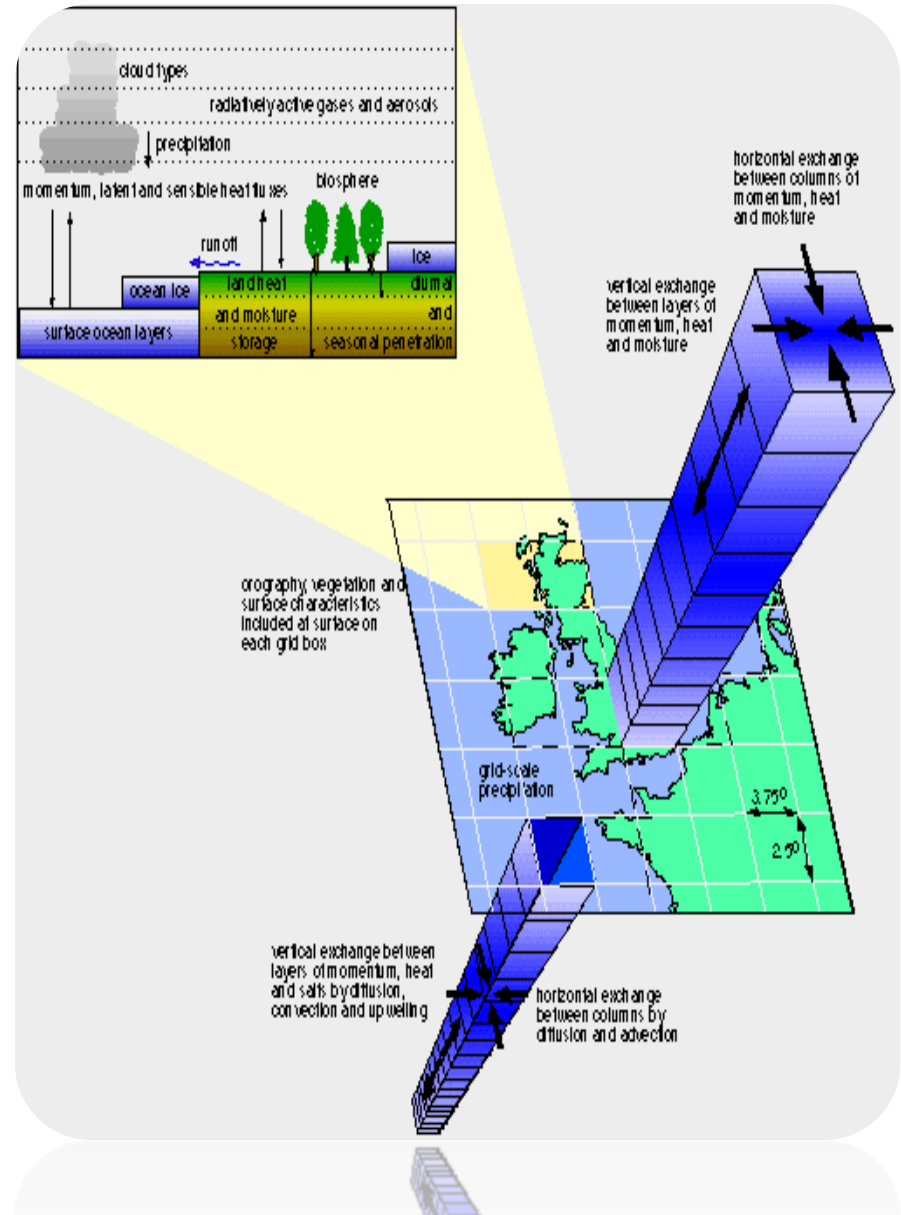
Οι αλληλεπιδράσεις αυτών των συνιστωσών δημιουργούν το κλίμα

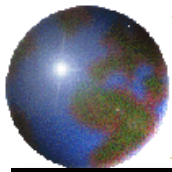




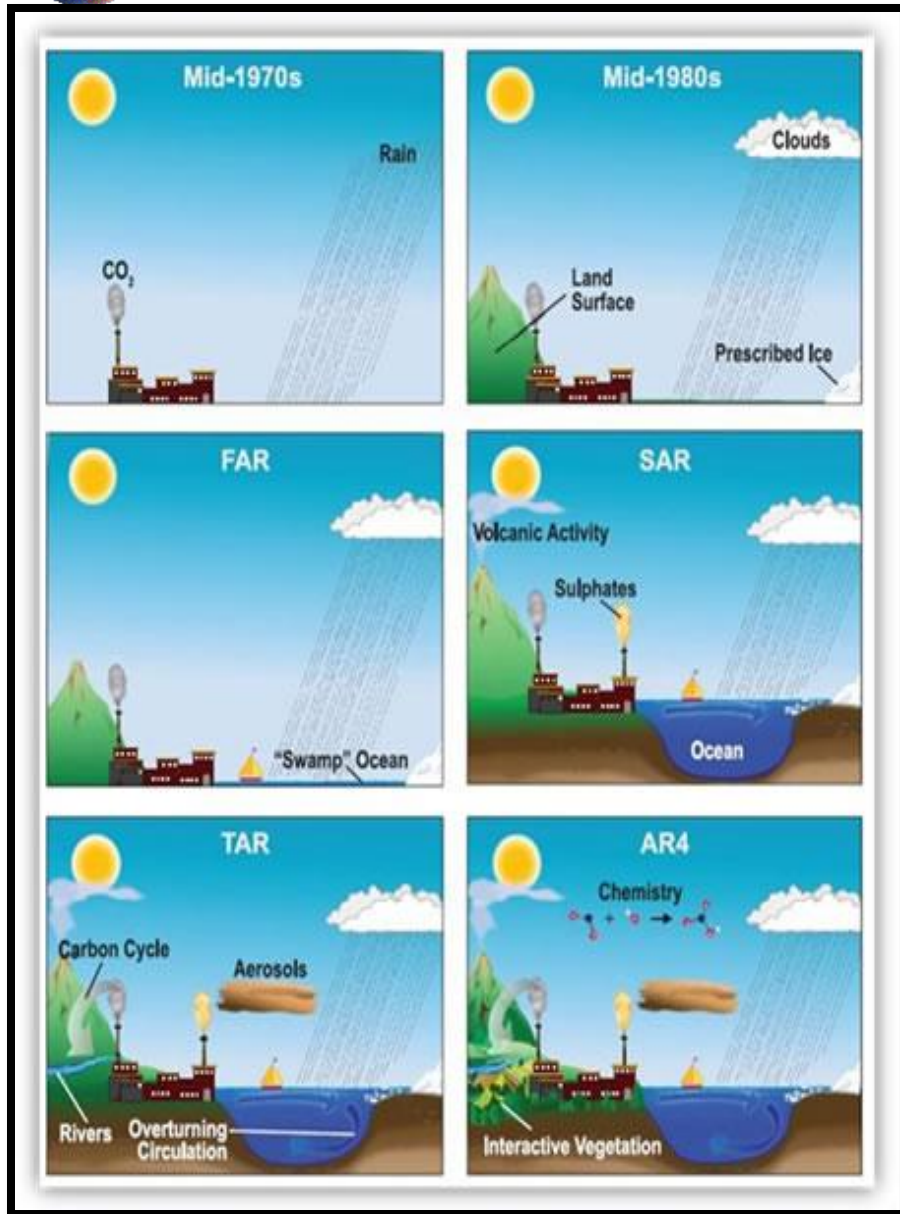
Δομή Κλιματικού μοντέλου

- Η επιφάνεια της γης χωρίζεται σε κόμβους
- Εφαρμόζονται οι αρχικές συνθήκες για κάθε κόμβο σε κάθε ατμοσφαιρικό/ωκεάνιο επίπεδο
- Λύνονται εξισώσεις σε κάθε κόμβο για τον υπολογισμό μετεωρολογικών μεταβλητών για κάθε χρονικό βήμα (θερμοκρασία, πίεση, βροχόπτωση, κλπ)





Εξέλιξη των κλιματικών μοντέλων



ατμόσφαιρα

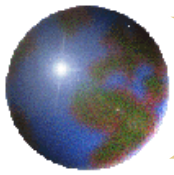
ξηρά

ωκεανοί

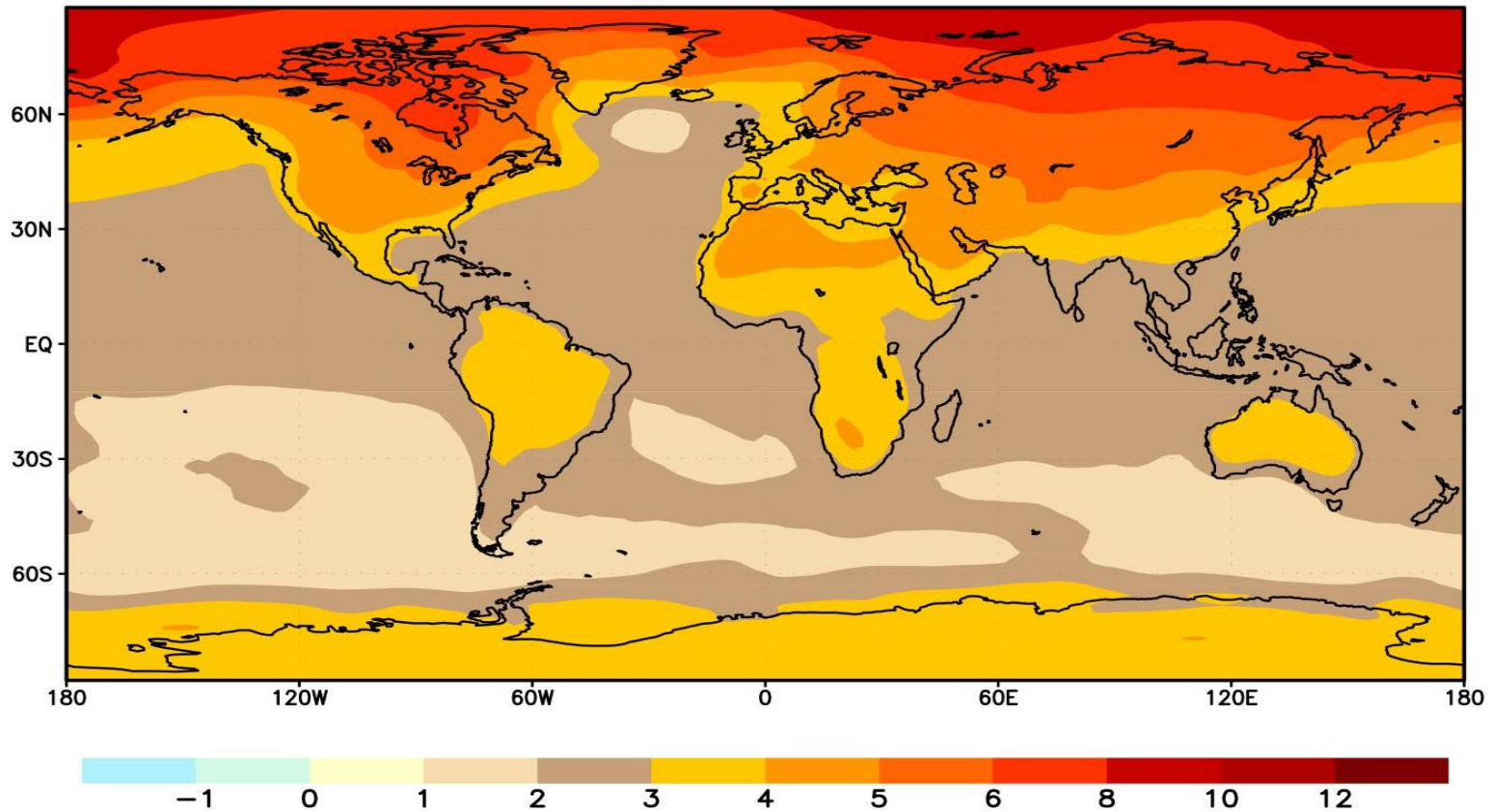
πάγοι

κύκλος άνθρακα

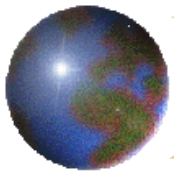
χημεία



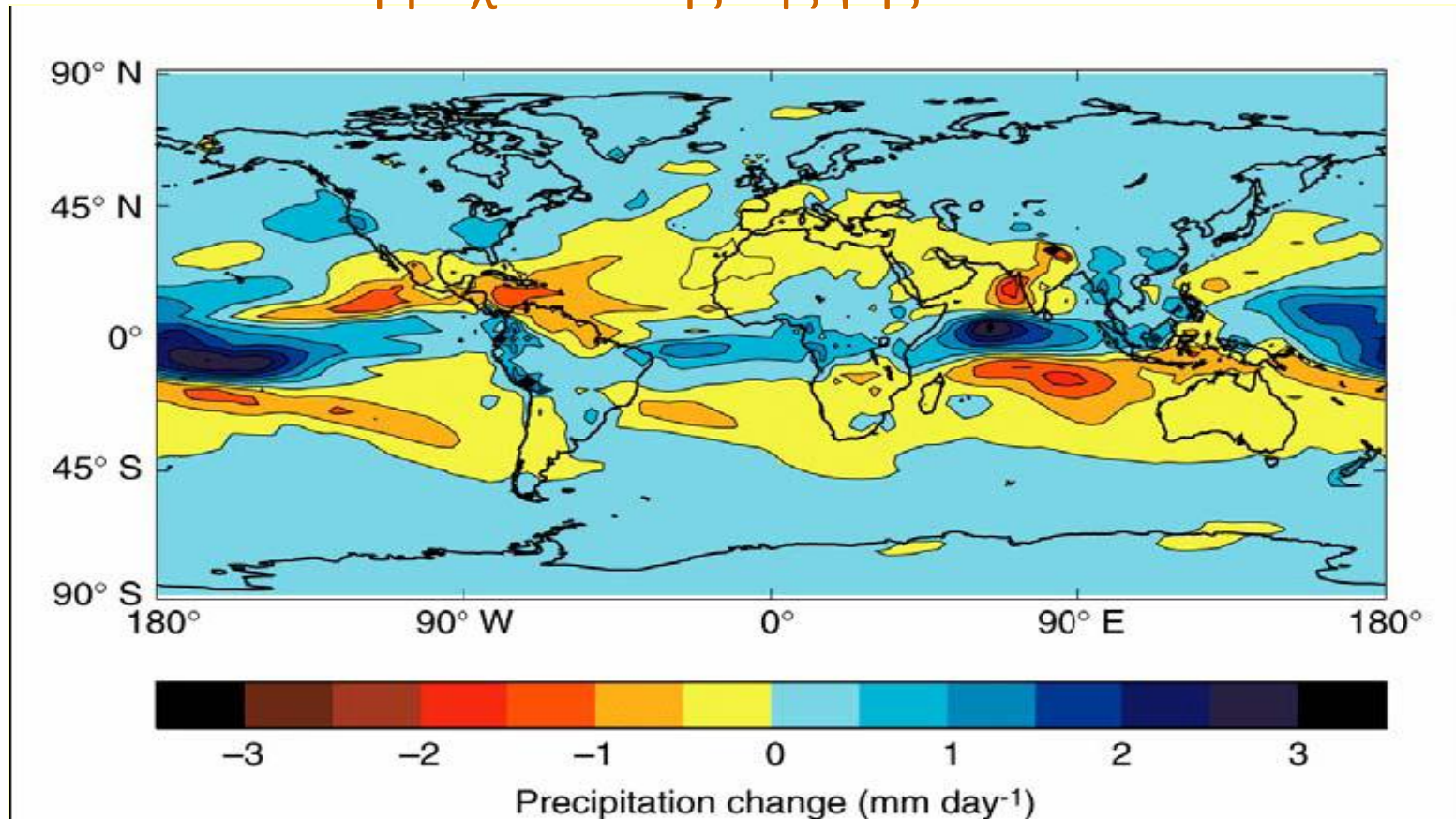
Προβλέψεις μοντέλου για τις μεταβολές της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας για την περίοδο 2071-2100 (από την 1961- 1990)



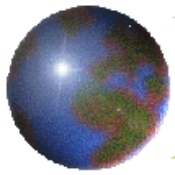
Η θερμοκρασία προβλέπεται να αυξηθεί περισσότερο σε ηπειρωτικές περιοχές μεγάλων γεωγραφικών πλατών



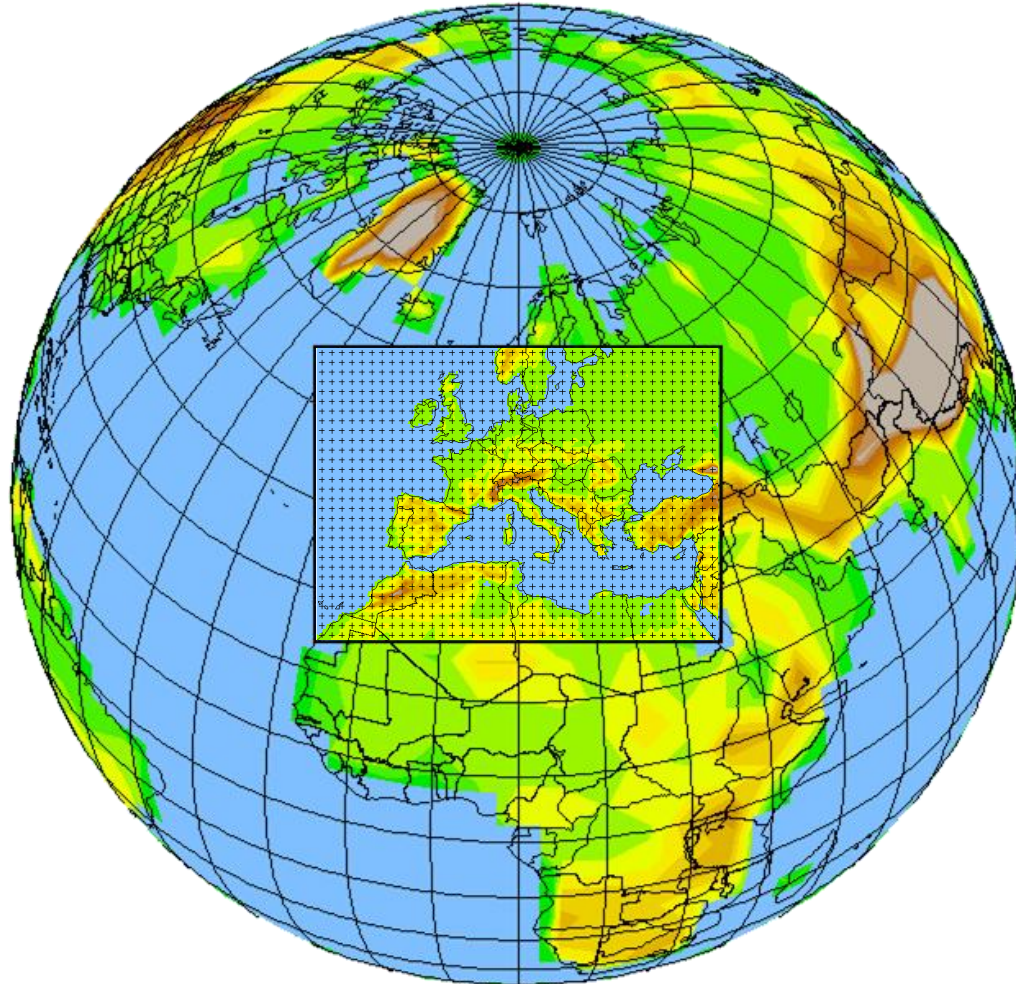
Προβλέψεις μοντέλου για τη γεωγραφική κατανομή της βροχόπτωσης της γης το 2100



Αύξηση των βροχοπτώσεων στα μικρά γεωγρ. πλάτη
Ελάττωση των βροχοπτώσεων στις εύκρατες περιοχές



Περιοχικά κλιματικά μοντέλα





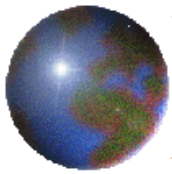
Φυσικοί κίνδυνοι και κλιματική αλλαγή: Περιβάλλον, ενέργεια και οικονομία και επιπτώσεις στις κοινωνίες

- Η αλλαγή του κλίματος δεν έχει ως επίπτωση μόνο την αύξηση της θερμοκρασίας.
- Πιο άμεσα και με περισσότερους κινδύνους, εμφανίζονται ακραία καιρικά φαινόμενα, πυρκαγιές, αμμοθύελλες, ξηρασίες και γενικά οι φυσικοί κίνδυνοι.
- Οι αλλαγές, κίνδυνοι και οι επιπτώσεις που έχουν για τις ανθρώπινες κοινωνίες, τα οικοσυστήματα και γενικά το περιβάλλον είναι όλο και πιο σοβαρές. Το περιβάλλον, η οικονομία, η υγεία και η ενέργεια, *είναι αλληλοσύνδετα και έχουν μεγάλες επιπτώσεις στον άνθρωπο & κοινωνία.*



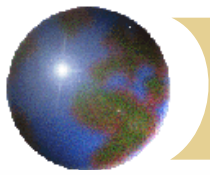
Φυσικοί κίνδυνοι και κλιματική αλλαγή: Περιβάλλον, ενέργεια και οικονομία και επιπτώσεις στις κοινωνίες

- **Οι περιβαλλοντικές και κλιματικές αλλαγές στο τοπικό επίπεδο συνήθως εκφράζονται με τα εξής φαινόμενα:**
 - **Απότομες καιρικές αλλαγές & ακραία φαινόμενα**
 - **Ξηρασίες και πλημμύρες**
 - **Φωτιές**
 - **Επιδράσεις στα αγροτικά προϊόντα και στα οικοσυστήματα**
 - **Ρύπανση στον αέρα, στο έδαφος, στο νερό, κυρίως στις πόλεις**
 - **Επιδράσεις στην υγεία του πληθυσμού**
 - **Επιδράσεις στη ζήτηση ενέργειας**



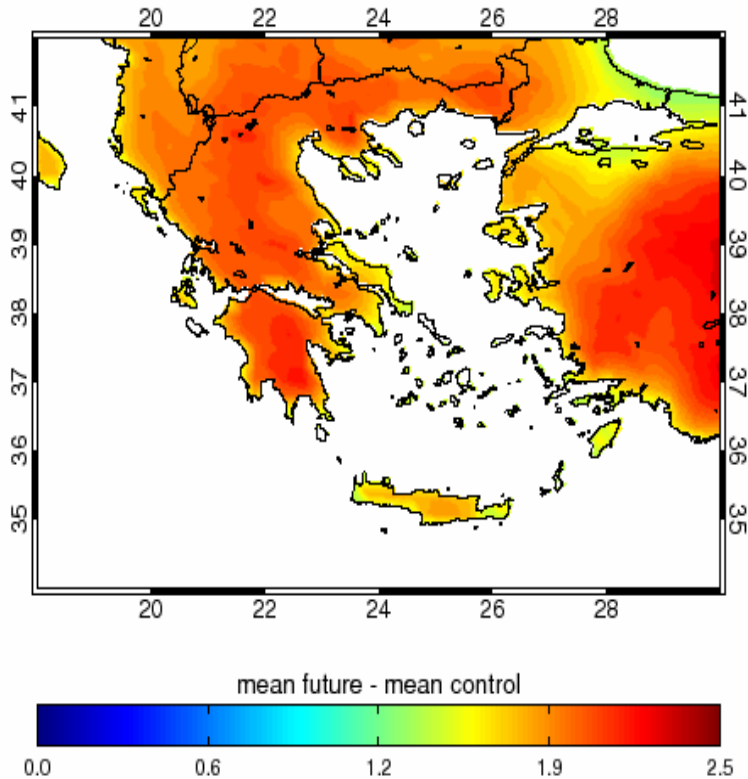
Κλιματική αλλαγή, οικονομία, ενέργεια, υγεία και λήψη αποφάσεων



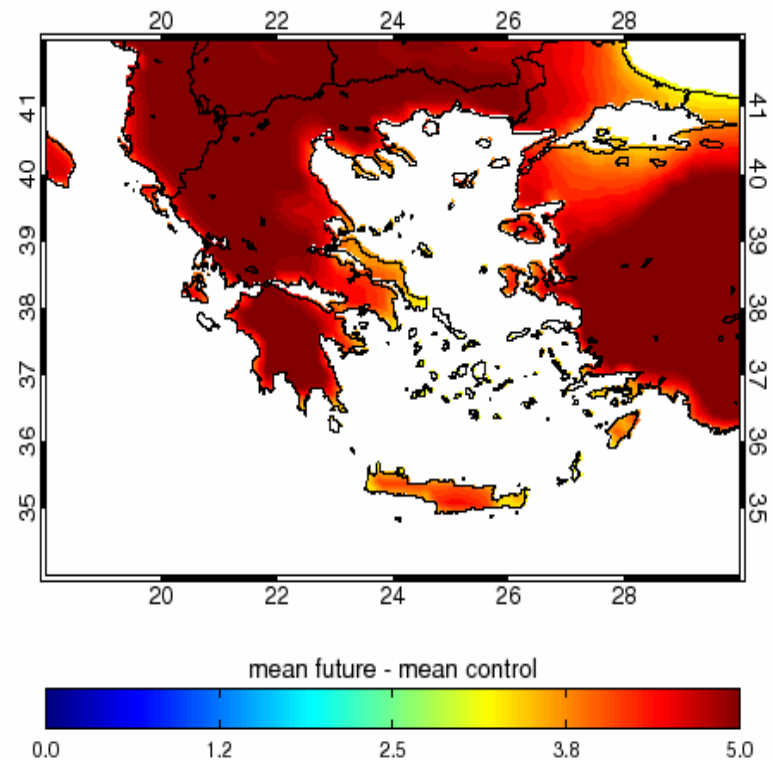


Καλοκαιρινή μέγιστη θερμοκρασία

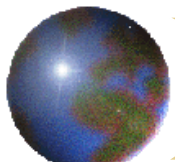
Average Summer Tmax



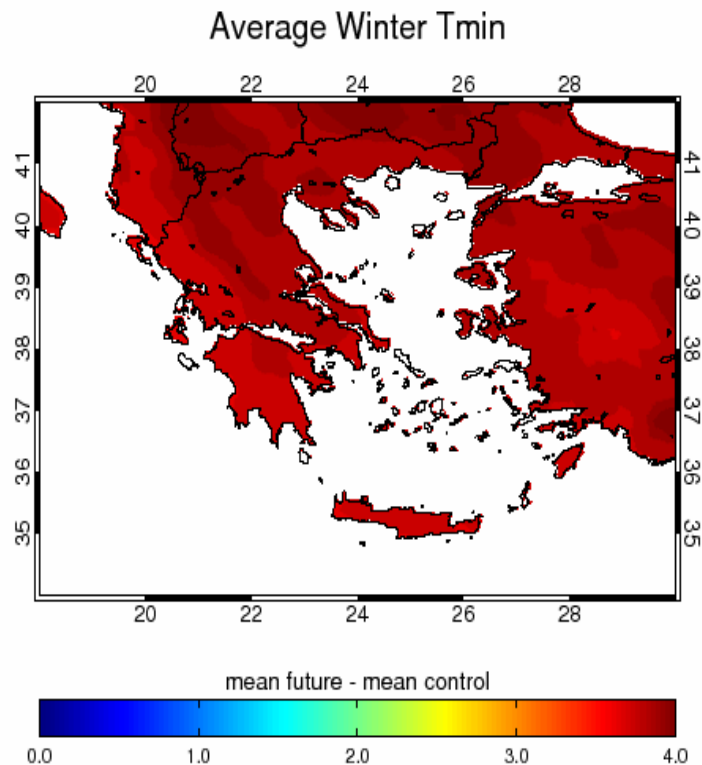
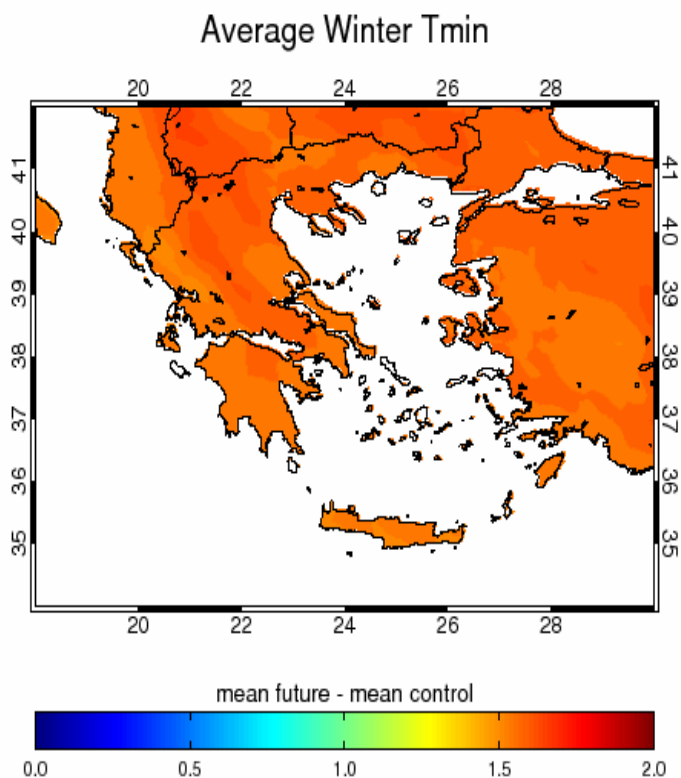
Average Summer Tmax



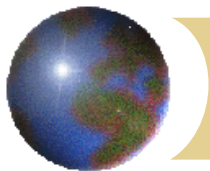
Η μέγιστη καλοκαιρινή θερμοκρασία αυξάνεται κυρίως στην ενδοχώρα μέχρι και 2.5οC το 2021-2050 και μέχρι και 5οC το 2071-2100. Μικρότερες μεταβολές στις νησιωτικές και παραθαλάσσιες περιοχές της Ανατολικής Ελλάδας κυρίως.



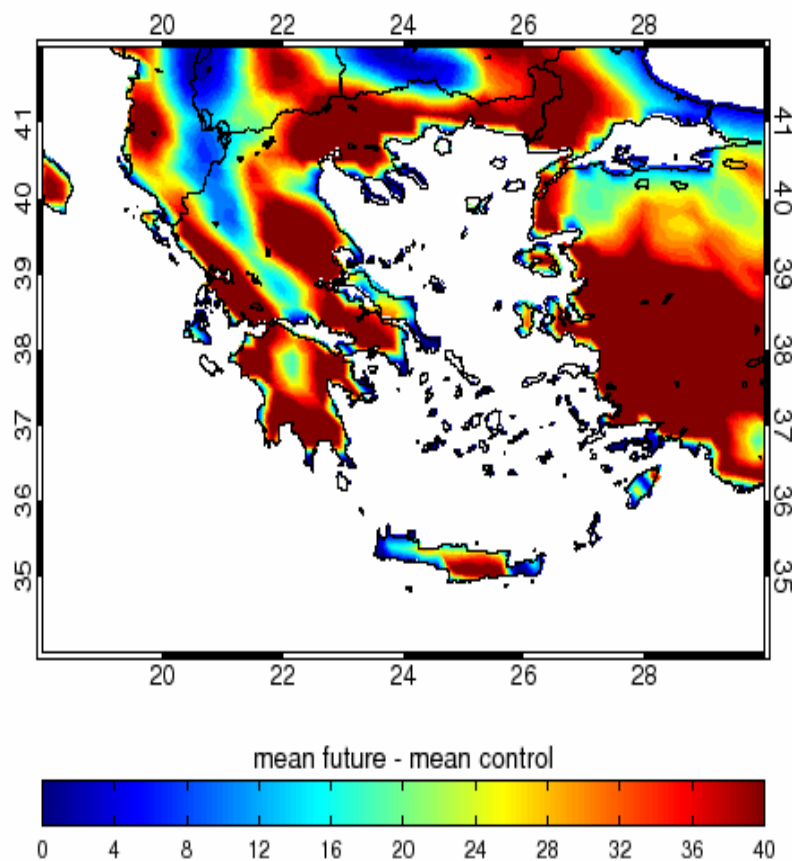
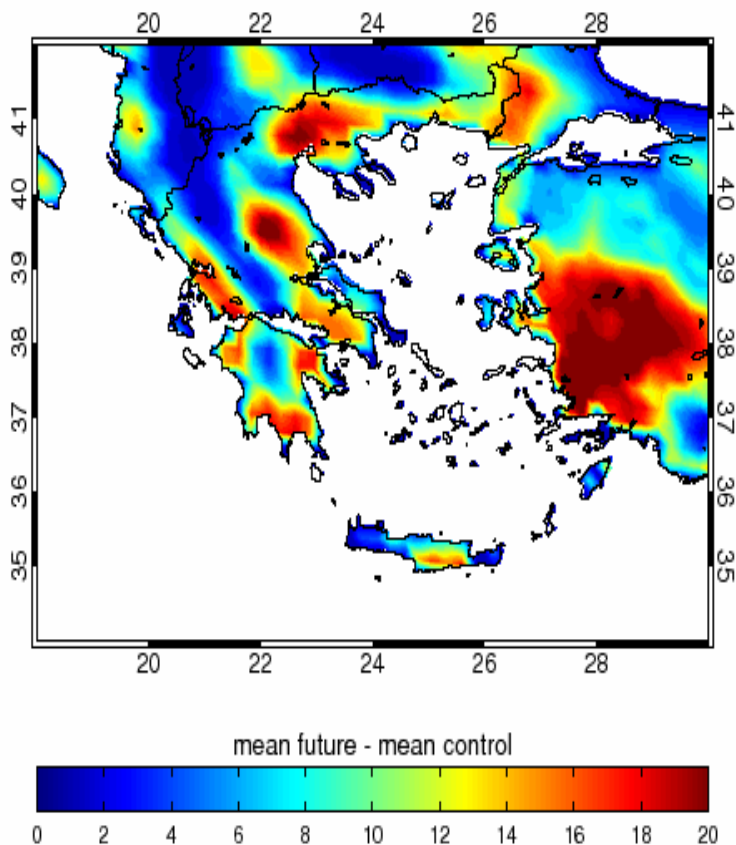
Χειμερινή ελάχιστη θερμοκρασία



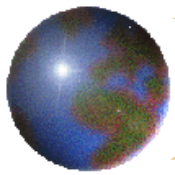
Η ελάχιστη χειμερινή θερμοκρασία αυξάνεται κατά 1.5οC το 2021-2050 και κατά 3.5οC το 2071-2100. Αυτή η άνοδος είναι πιο έντονη στις ορεινές περιοχές της Ελλάδας (2οC και 4οC αντίστοιχα). Μια τέτοια αύξηση είναι ενδεχόμενο να επηρεάσει τα δάση που είναι συνηθισμένα σε ψυχρότερες συνθήκες.



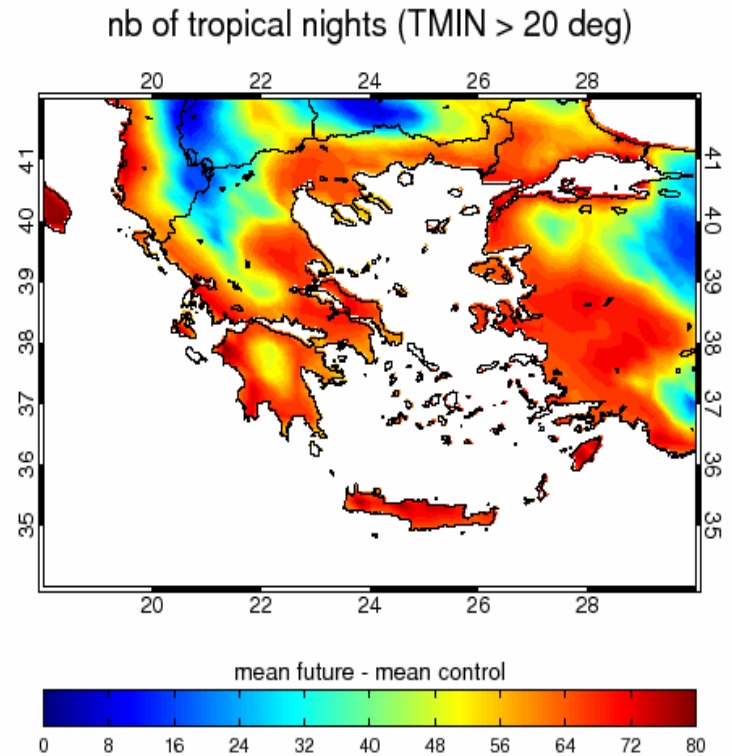
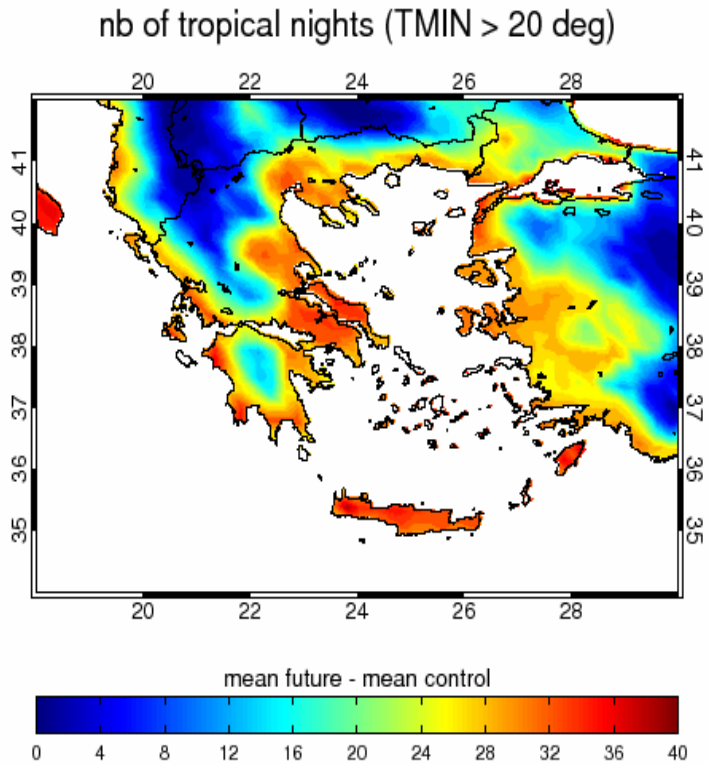
Θερμές ημέρες ($T_{max} > 35^{\circ}\text{C}$)



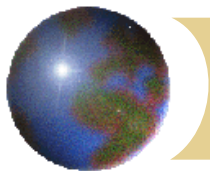
Ο αριθμός των θερμών ημερών με θερμοκρασίες πάνω από 35°C αυξάνεται κυρίως στις ηπειρωτικές πεδινές περιοχές. Σε αυτές τις περιοχές αναμένεται αύξηση των θερμών ημερών κατά 20 περίπου ημέρες το 2021-2050 και περισσότερες από 40 ημέρες κατά την περίοδο 2071-2100. Τα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου αναμένεται να έχουν μικρότερες αυξήσεις λόγω της επίδρασης της θάλασσας.



Θερμές νύχτες ($T_{min} > 20^{\circ}C$)

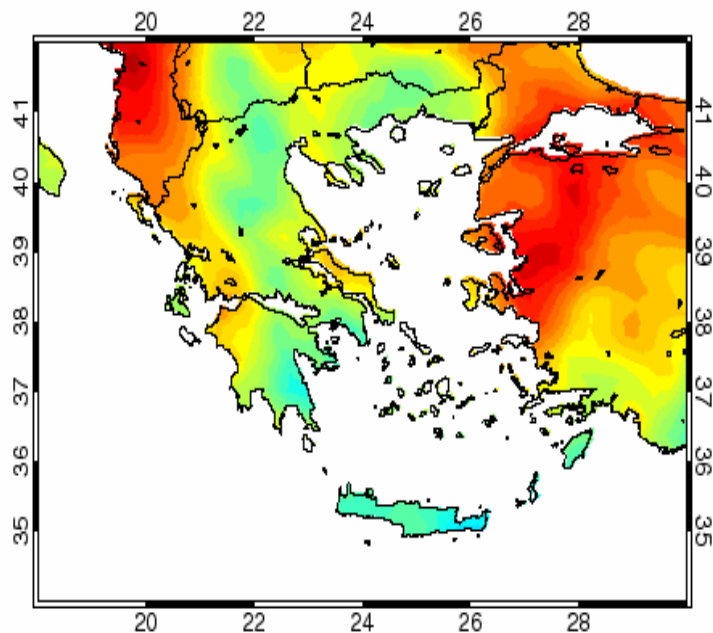


Ο αριθμός των θερμών νυκτών με θερμοκρασίες πάνω από $20^{\circ}C$ αυξάνεται κυρίως στις παράκτιες και νησιωτικές περιοχές. Σε αυτές τις περιοχές αναμένεται αύξηση των θερμών νυκτών κατά 1 μήνα το 2021-2050 και κατά 2 μήνες την περίοδο 2071-2100. Οι ορεινές περιοχές αναμένεται να έχουν τις μικρότερες αυξήσεις.

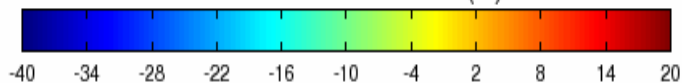


Χειμερινή βροχόπτωση

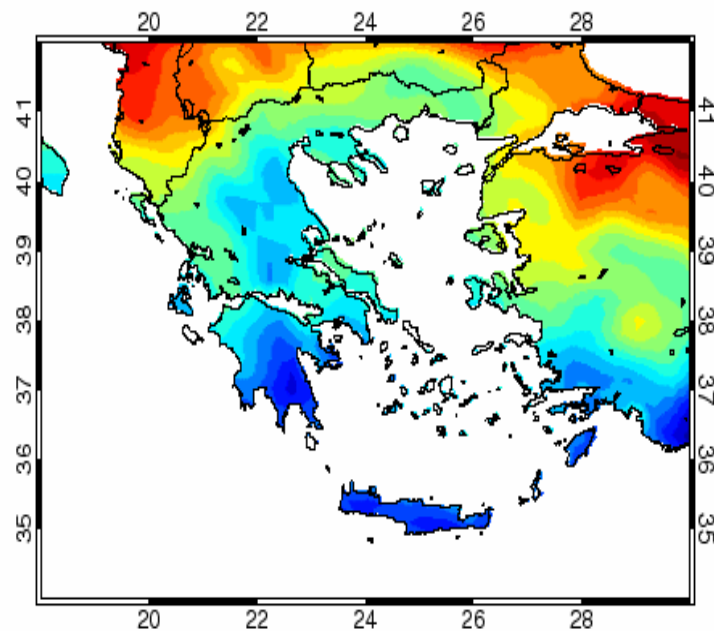
Winter total rainfall



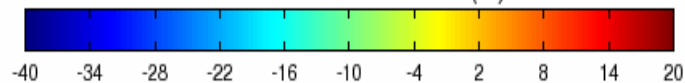
mean future - mean control (%)



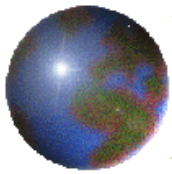
Winter total rainfall



mean future - mean control (%)



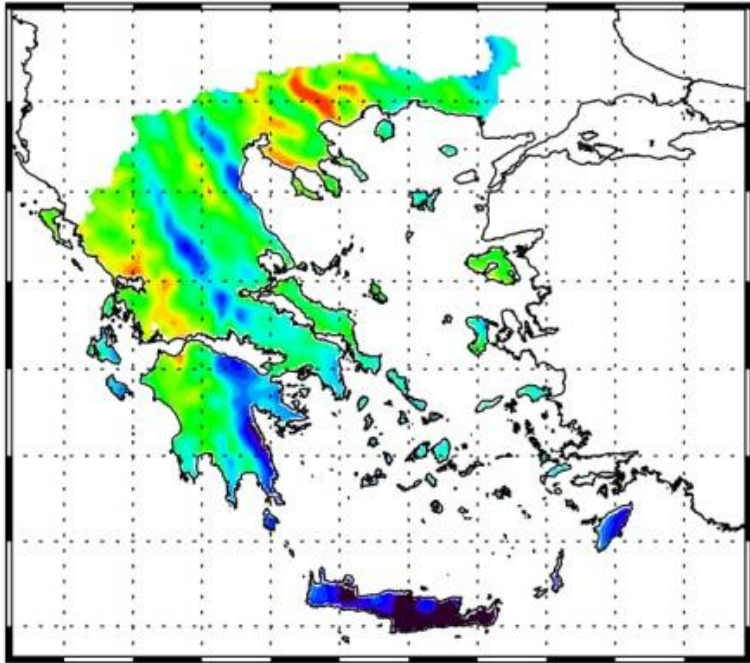
Τα δυτικά και βορειοδυτικά τμήματα της χώρας παρουσιάζουν μια αύξηση στη συνολική χειμερινή βροχόπτωση έως και 10% το 2021-2050. Αντίθετα στην ανατολική και κυρίως στη νότια Ελλάδα έχουμε μειώσεις 5-10%. Μέχρι το τέλος του αιώνα σε όλο τον ελλαδικό χώρο έχουμε μειώσεις στις χειμερινές βροχοπτώσεις που ειδικά στην Πελοπόννησο και Κρήτη ξεπερνούν το 30%.



Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα

Βροχόπτωση υπό τα νέα IPCC σενάρια

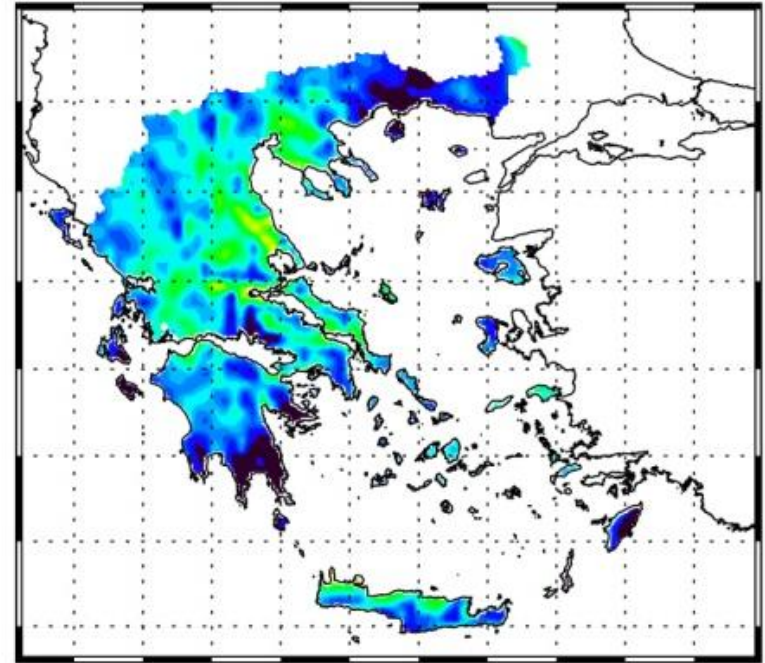
total pr Diff Per Cent



-20 -10 0 10
%

2021-2050 average minus 1971-2000 average

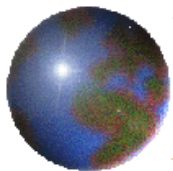
total pr Diff Per Cent



-16 -12 -8 -4 0 4
%

2021-2050 average minus 1971-2000 average

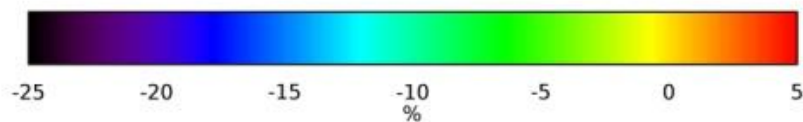
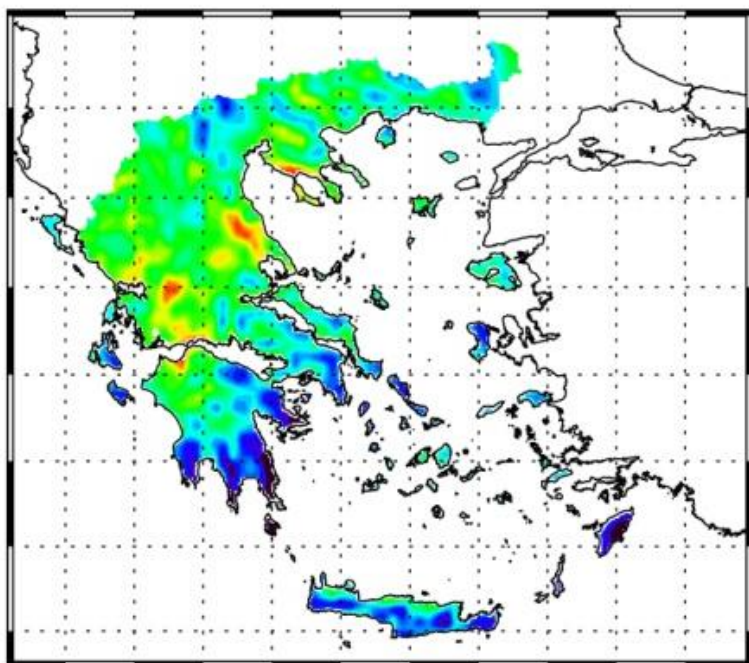
Relative difference in annual total precipitation, under the RCP4.5 (left column) and the RCP8.5 (right column) future emission scenarios, between the control and the future period 2021-2050



Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα

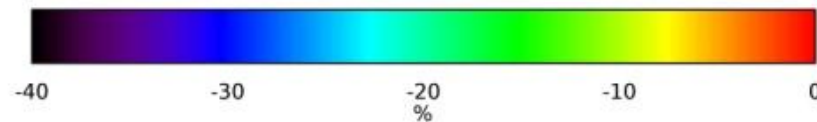
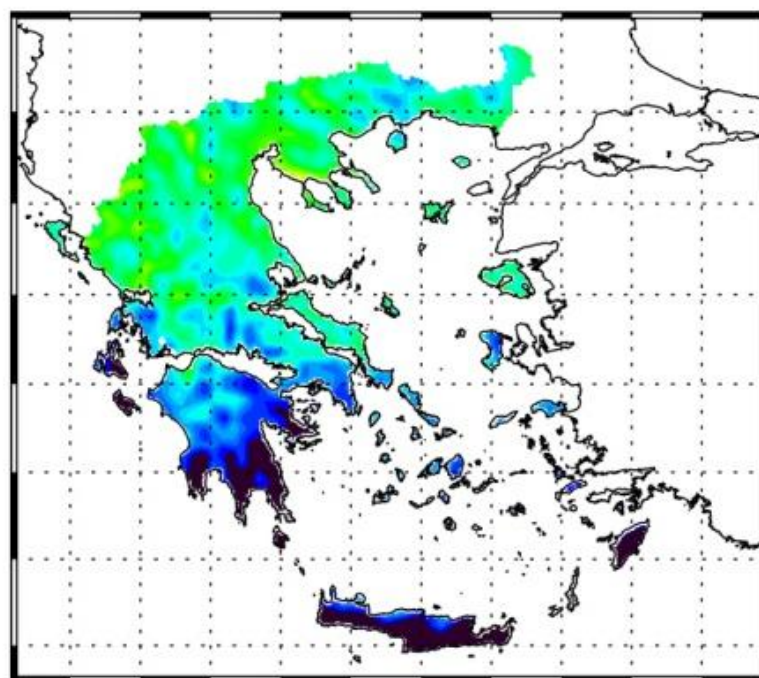
Βροχόπτωση υπό τα νέα IPCC σενάρια

total pr Diff Per Cent



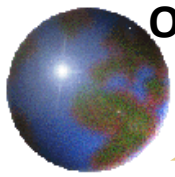
2071-2100 average minus 1971-2000 average

total pr Diff Per Cent



2071-2100 average minus 1971-2000 average

Relative difference in annual total precipitation, under the RCP4.5 (left column) and the RCP8.5 (right column) future emission scenarios, between the control and the future period 2071-2100

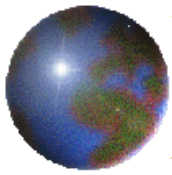


Ο τομέας της γεωργίας επηρεάζεται από το κλίμα και τις κλιματικές αλλαγές, καθώς η παραγωγικότητα και η ποιότητα των καλλιεργειών εξαρτώνται άμεσα από κλιματικούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία και η βροχόπτωση.

- **Ο γεωργικός τομέας στην Ελλάδα είναι ιδιαίτερα σημαντικός τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο.**

Η γεωργία παράγαγε το 4% της ελληνικής ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας και θεωρείται (μαζί με τον τουρισμό) οι κυριότεροι τομείς που θα συμβάλουν στην ανάπτυξη της οικονομίας της χώρας (ΕΛΣΤΑΤ, 2015)





Πώς αναμένεται να επηρεαστεί η γεωργία στη Μεσόγειο από την κλιματική αλλαγή;

Μείωση στην απόδοση των καλλιεργειών λόγω των ιδιαίτερα υψηλών θερμοκρασιών

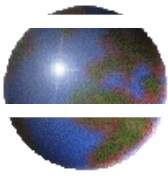
Συχνότερες καταστροφές καλλιεργειών λόγω αύξησης στη συχνότητα ακραίων καιρικών φαινομένων

Αύξηση της ζήτησης νερού για άρδευση και μείωση στη διαθεσιμότητα του νερού λόγω παρατεταμένων περιόδων ξηρασίας

Αύξηση στον πολλαπλασιασμό ασθενειών, παρασίτων και ζιζανίων λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα

Αρνητικές επιπτώσεις στη γονιμότητα του εδάφους και μείωση της ποικιλότητας των καλλιεργειών

Αύξηση του κινδύνου διάβρωσης του εδάφους λόγω αύξησης των ακραίων βροχοπτώσεων



Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην γεωργία της Ελλάδας

αύξηση της διάρκειας της βλαστικής περιόδου εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας

‘πίεση’ στα υδατικά αποθέματα περιοχών με ήδη αυξημένη ευπάθεια εξαιτίας της επιμήκυνσης των περιόδων ξηρασίας

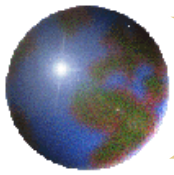
μείωση στη διαθέσιμη ποσότητα αρδευτικού νερού και υποβάθμιση της ποιότητας τους στη διάρκεια της ευνοϊκής περιόδου για την ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγικότητα του εδάφους.

μείωση της οργανικής ουσίας, του εδάφους (βασική παράμετρο των εύφορων εδαφών) και αύξηση του κινδύνου ζημιών στην παραγωγή αγροτικών προϊόντων με μείωση της απόδοσης της ετήσιας αγροτικής παραγωγής, εξαιτίας των ακραίων φαινόμενων

υφαλμύρωση των εδαφών, εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας όσον αφορά τις παράκτιες γεωργικές εκτάσεις

υποβάθμιση των γεωργικών εδαφών λόγω της διατήρησης ή της επαύξησης του φαινομένου της ερημοποίησης

κίνδυνος για τη γεωργική παραγωγή λόγω της απώλειας καλλιεργήσιμης γης, των μικρότερων καλλιεργητικών περιόδων και της διαφοροποίησης τους



Συνέπεια των παραπάνω είναι η:

- **αβεβαιότητα σχετικά με το είδος των ενδεδειγμένων για τις νέες κλιματικές συνθήκες καλλιεργειών**
- **αδυναμία ανάπτυξης καλλιεργειών υψηλών υδατικών απαιτήσεων**
 - **μείωση της αφθονίας των ειδών και της βιοποικιλότητας**
 - **πιθανή διαφοροποίηση των ειδών καλλιέργειας**

Ανάγκη προσαρμογής στα νέα δεδομένα





Εκτίμηση επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής – IPCC 2014

Ο κίνδυνος αναφέρεται στην πιθανότητα πρόκλησης κλιματικών φαινομένων ή τάσεων ή των φυσικών τους επιπτώσεων (π.χ. ξηρασία, πλημμύρες).

Περιβάλλον

Κλιματικός κίνδυνος

Έκθεση

Ευαισθησία

Ευπάθεια

Προσαρμοστική ικανότητα

Η έκθεση αναφέρεται στην παρουσία ανθρώπων, οικοσυστημάτων, περιβαλλοντικών λειτουργιών και υπηρεσιών που μπορούν να επηρεαστούν

Επιπτώσεις

Κοινωνία

η ευπάθεια αναφέρεται στην προδιάθεση ενός συστήματος να επηρεαστεί δυσμενώς από την κλιματική αλλαγή και ενσωματώνει την ευαισθησία του συστήματος καθώς και την έλλειψη

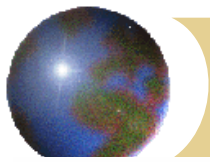


Κλιματικός κίνδυνος

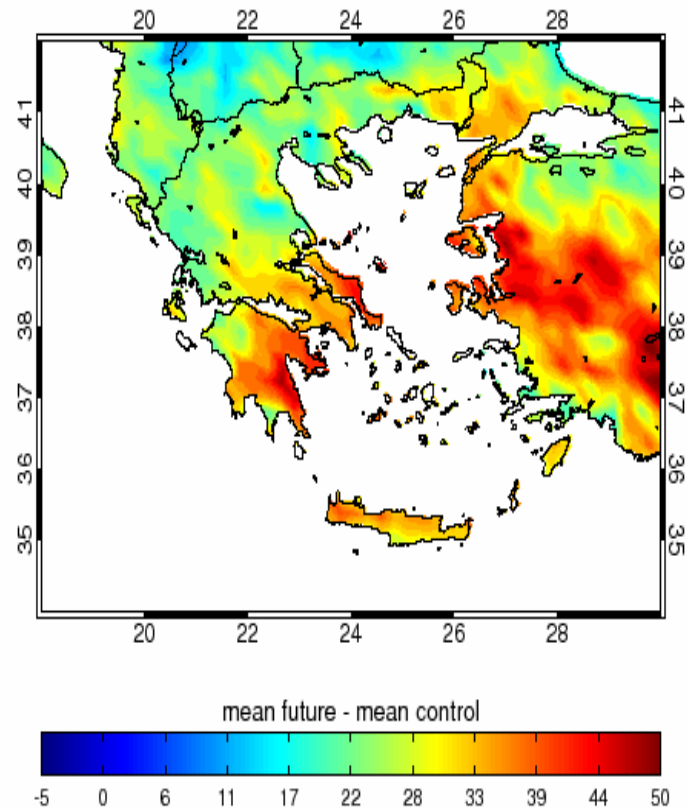
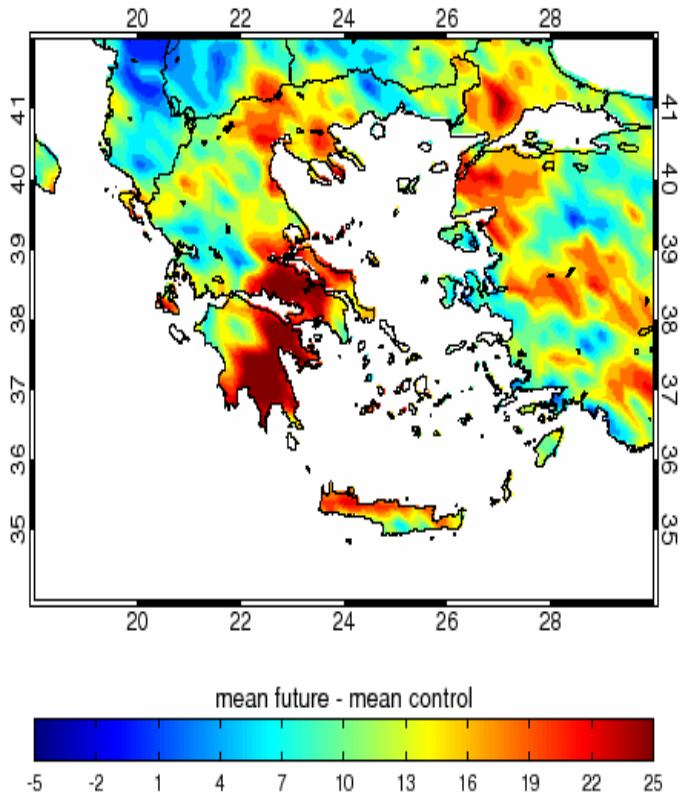
- ✦ Για την εκτίμηση του κλιματικού κινδύνου χρησιμοποιούνται δείκτες που βασίζονται κυρίως στην θερμοκρασία και την βροχόπτωση και βοηθούν στην αξιολόγηση των επιπτώσεων τη κλιματικής αλλαγής στο γεωργικό τομέα.
- ✦ Οι δείκτες σχετίζονται με τα διαφορετικά φαινολογικά στάδια του φυτού, την απόδοση και ποιότητα των καλλιεργειών, καθώς και την επιβίωσή τους στις ακραίες κλιματικές συνθήκες και εξειδικεύονται για κάθε καλλιέργεια και περιοχή.
- ✦ Τα κατώφλια για κάθε υπό μελέτη καλλιέργεια καθορίζονται από τη βιβλιογραφία καθώς και από εμπειρογνώμονες.

Παραδείγματα δεικτών με εφαρμογή σε καλλιέργειες της Κρήτης

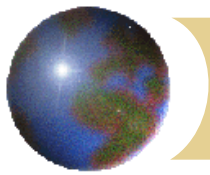
Αριθμός ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία <13°C το καλοκαίρι	Ανάπτυξη κόκκων σιταριού
Αριθμός ημερών με ελάχιστη θερμοκρασία <8°C την άνοιξη	Άνθηση του κριθαριού
Αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία >30°C την άνοιξη	Άνθηση ελιάς και αμπελιού
Αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία >35°C το καλοκαίρι	Ποιότητα σταφυλιού
Αριθμός ημερών με μέγιστη θερμοκρασία > 40°C το καλοκαίρι	Βιομάζα/απόδοση ελιάς



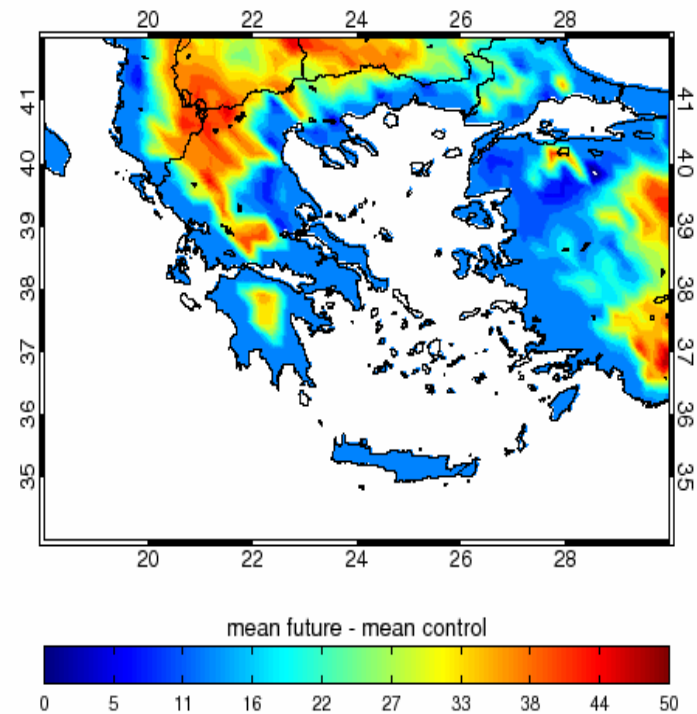
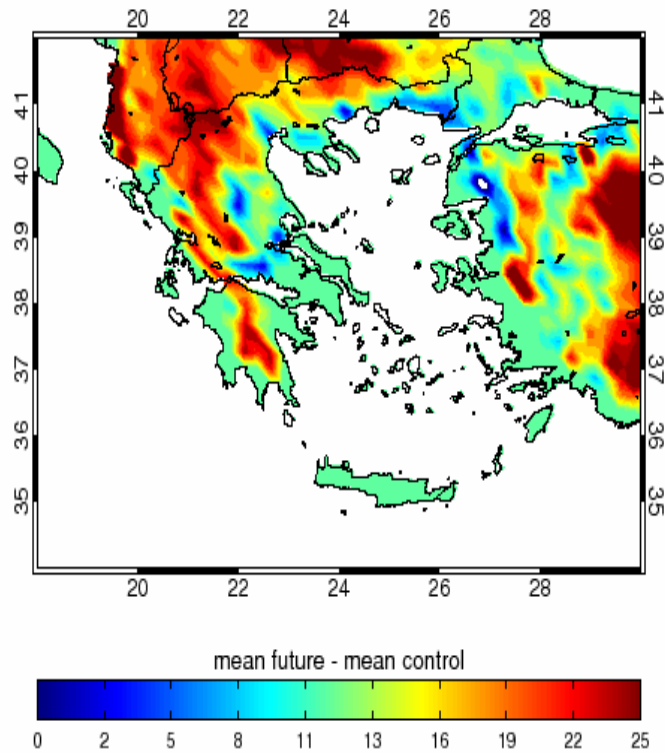
Διάρκεια ξηρής περιόδου



Οι ηπειρωτικές περιοχές της νότιας κεντρικής Ελλάδας, η Εύβοια και η Κρήτη θα βιώσουν αυξήσεις της τάξης των 20 ημερών κατά το 2021-2050 και των 40 ημερών κατά την περίοδο 2071-2100 όσον αφορά στη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Από την άλλη, οι δυτικές περιοχές θα έχουν τις μισές από αυτές τις αυξήσεις.



Διάρκεια βλαστητικής περιόδου

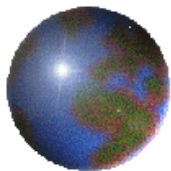


Ως διάρκεια της βλαστητικής περιόδου ορίζεται ο αριθμός των ημερών μεταξύ του τελευταίου ανοιξιάτικου παγετού και του πρώτου φθινοπωρινού παγετού και αποτελεί ενδεικτικό δείκτη για τις ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης των καλλιεργειών. Αυξήσεις 25 περίπου ημερών παρατηρήθηκαν για την περίοδο 2021-2050 και 40 ημερών για το 2071-2100 για τις Βορειοδυτικές ορεινές περιοχές της χώρας. Στην υπόλοιπη χώρα παρατηρούνται αυξήσεις έως και 15 ημερών κατά το 2021-2050 και 25 ημέρες κατά το 2071-2100.

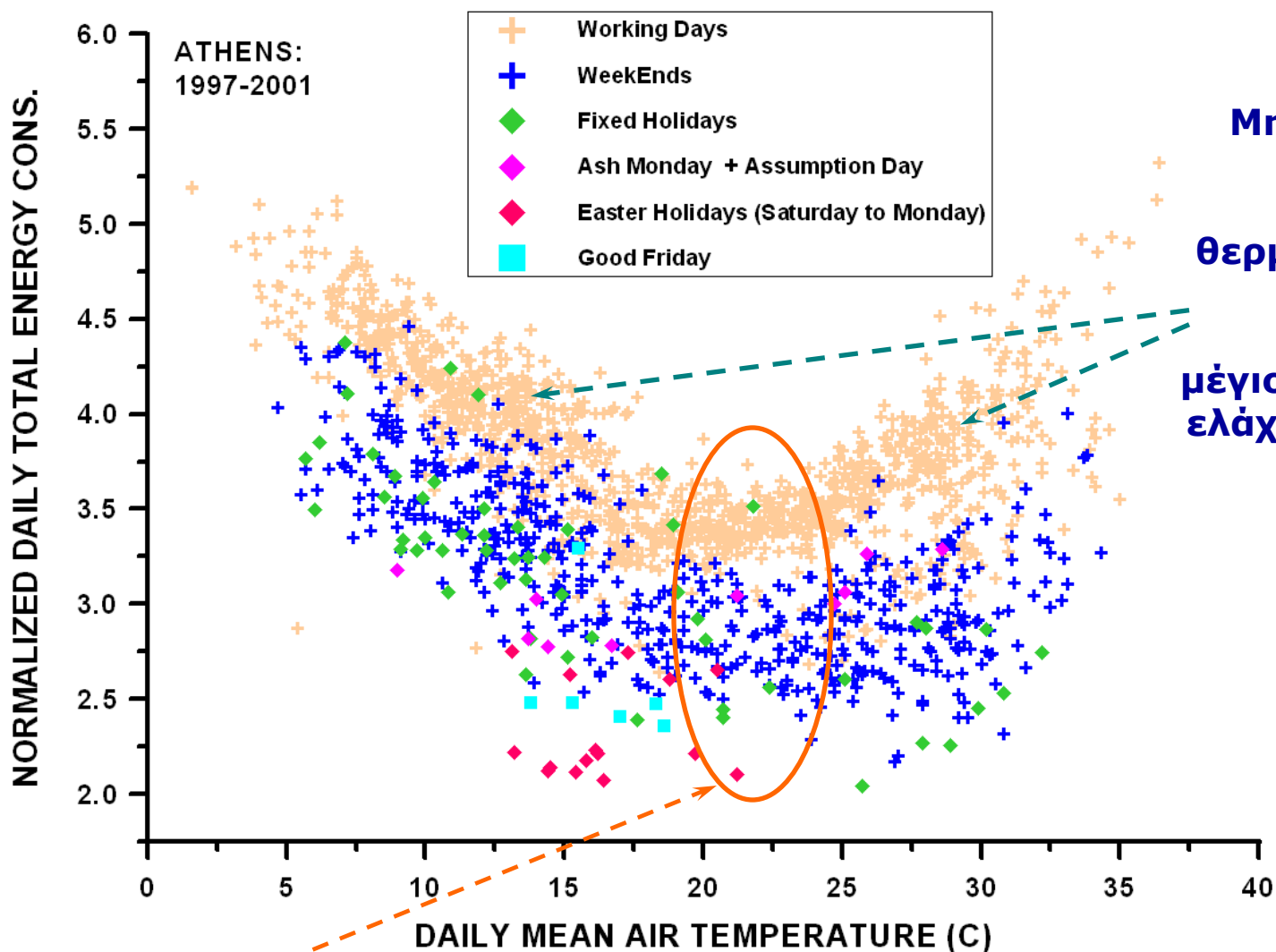


Ενεργειακή κατανάλωση

- Οι διακυμάνσεις του καιρού έχουν σημαντικό αντίκτυπο σε διάφορους τομείς της οικονομίας
- Ένας από τους πιο σημαντικούς είναι η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, επειδή η ζήτηση για ενέργεια συνδέεται με διάφορες καιρικές συνθήκες (κυρίως θερμοκρασία αέρα)
- Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στις καιρικές συνθήκες, δεδομένου ότι μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας δεν μπορούν να αποθηκευτούν και έτσι η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται πρέπει να καταναλωθεί αμέσως
- Η αυξημένη ζήτηση ηλεκτρισμού σε περιόδους αιχμής όπως το καλοκαίρι επηρεάζει την ικανότητα παραγωγής, τον προγραμματισμό συντήρησης και την τιμολόγηση



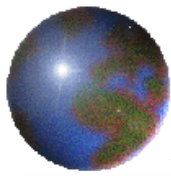
Σχέση ενεργειακής κατανάλωσης – θερμοκρασίας στην Αθήνα



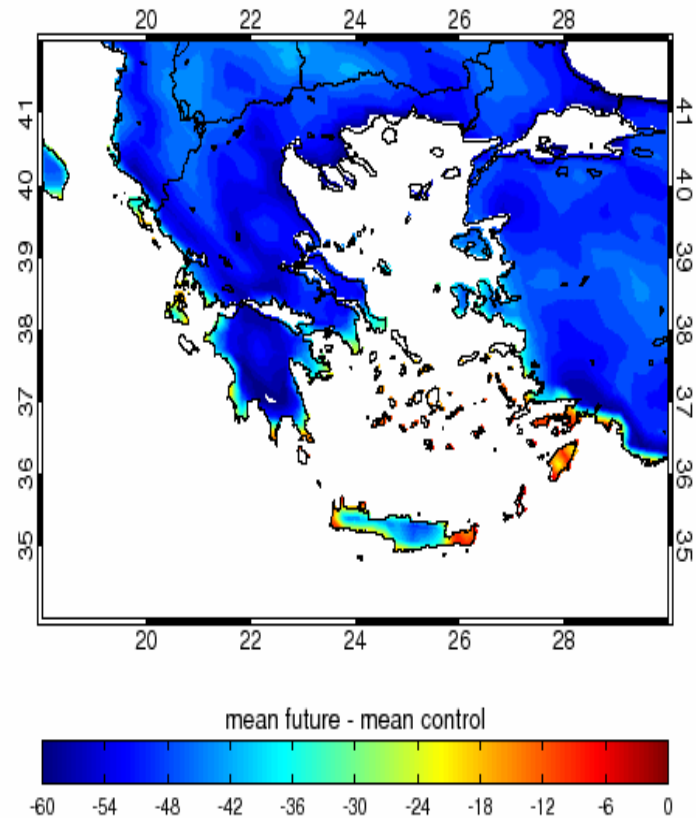
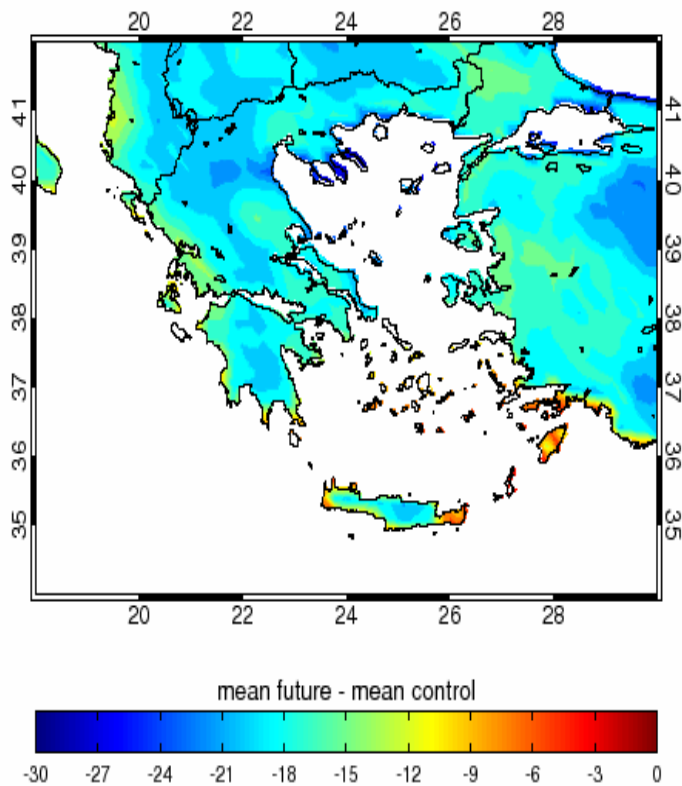
Μη γραμμική
σχέση
ενέργειας-
θερμοκρασίας.

2 ακραία
μέγιστα και ένα
ελάχιστο στους
22°C.

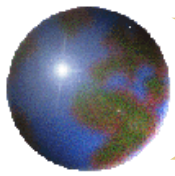
Κοντά στους **22°C** υπάρχει μια περιοχή τιμών που η κατανάλωση δεν μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Εκτός αυτής της περιοχής, η ενεργειακή κατανάλωση αυξάνεται με την αύξηση ή τη μείωση της θερμοκρασίας (ανάγκη για ψύξη/θέρμανση).



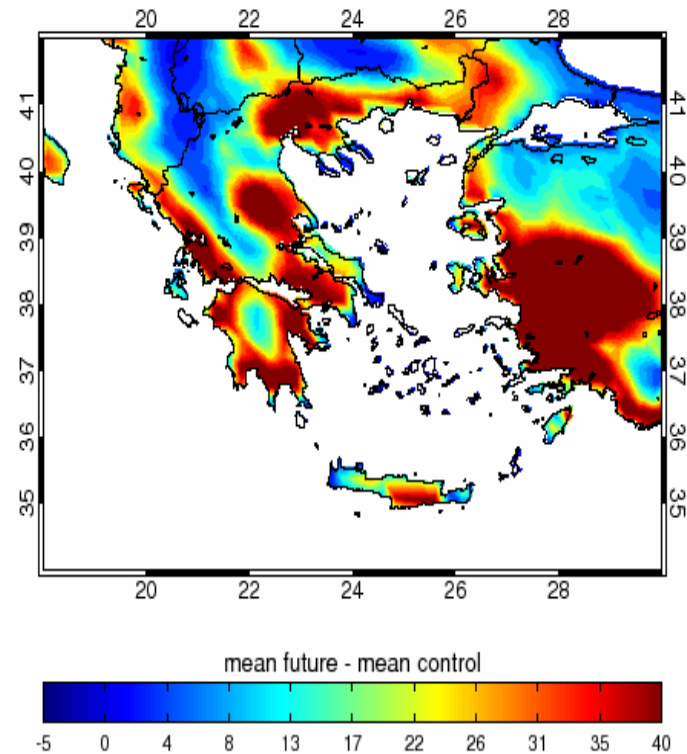
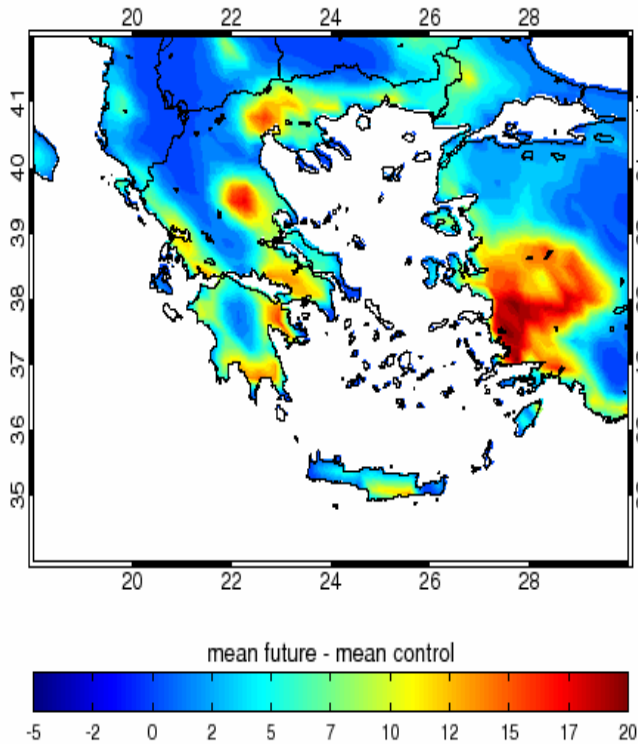
Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση



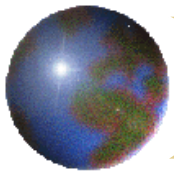
Οι περισσότερες περιοχές της Ελλάδας παρουσιάζουν ελάττωση των υψηλών ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση κατά περίπου 15 ημέρες / χρόνο κατά την περίοδο 2021-2050 και 45 ημέρες/χρόνο για το 2071-2100. Μικρότερες μεταβολές παρατηρούνται στην νοτιοανατολική περιοχή του Αιγαίου, λόγω των μικρών απαιτήσεων για θέρμανση της περιοχής και στην παρούσα περίοδο.



Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη



Στην ενδοχώρα θα έχουμε 10-20 επιπλέον ημέρες το χρόνο κατά την περίοδο 2021-2050 και 30-40 επιπλέον ημέρες το 2071-2100 με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη. Τα νησιά και οι ορεινές περιοχές θα παραμείνουν πιο δροσερές, καθώς οι αυξήσεις σε αυτές αναμένεται να είναι μικρές.



► Υγεία και ευζωία

- Η παγκόσμια κλιματική αλλαγή θα έχει άμεσες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης θνησιμότητας λόγω της θερμικής καταπόνησης και των καυσώνων
- η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι ένας σημαντικός παράγοντας πρόβλεψης της θνησιμότητας ακόμη και στο ήπιο κλίμα της Αθήνας. Οι επιπτώσεις πλήττουν κυρίως τους ηλικιωμένους, τους νέους, ανθρώπους με προϋπάρχουσα ασθένεια και τις ομάδες χαμηλού εισοδήματος
- η μελέτη της σχέσης μεταξύ κλιματικών κινδύνων και θνησιμότητας μπορεί να είναι χρήσιμη για το σχεδιασμό της υγειονομικής περίθαλψης και της πολιτικής προστασίας

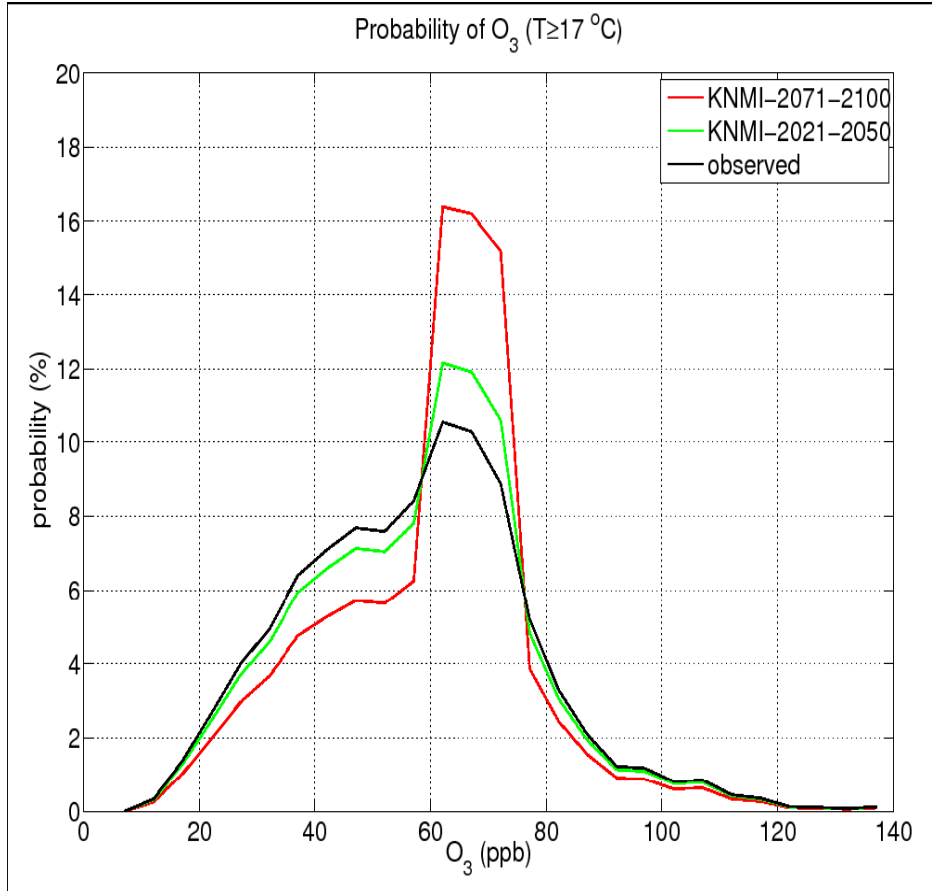


Ατμοσφαιρική ρύπανση – Υπερβάσεις ορίου όζοντος

- Η κλιματική αλλαγή αναμένεται να επηρεάσει την ποιότητα του αέρα
- Οι καθημερινές μετεωρολογικές συνθήκες επηρεάζουν τη σοβαρότητα και τη διάρκεια των επεισοδίων ρύπανσης
- Η κλιματική αλλαγή μέσω των ταχύτερων χημικών αντιδράσεων, της αύξηση των βιογενών εκπομπών και της στασιμότητας ενδεχομένως βοηθάει στην αύξηση της πιθανότητας επεισοδίων ρύπανσης όζοντος



Υπερβάσεις ορίων όζοντος

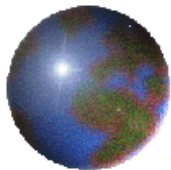


Αριθμός ημερών με υπερβάσεις των ορίων όζοντος σύμφωνα με την ΕΕ.

➤ **Ο αριθμός υπερβάσεων κυμαίνεται από 30 ως 90.**

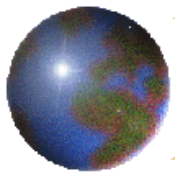
➤ **Για την περίοδο 2021-2050, 8%, αύξηση δηλαδή περίπου 7 πρόσθετες ημέρες με υπερβάσεις ορίων όζοντος.**

➤ **Για την περίοδο 2071-2100, 30%, αύξηση δηλαδή περίπου 27 πρόσθετες ημέρες με υπερβάσεις ορίων όζοντος.**

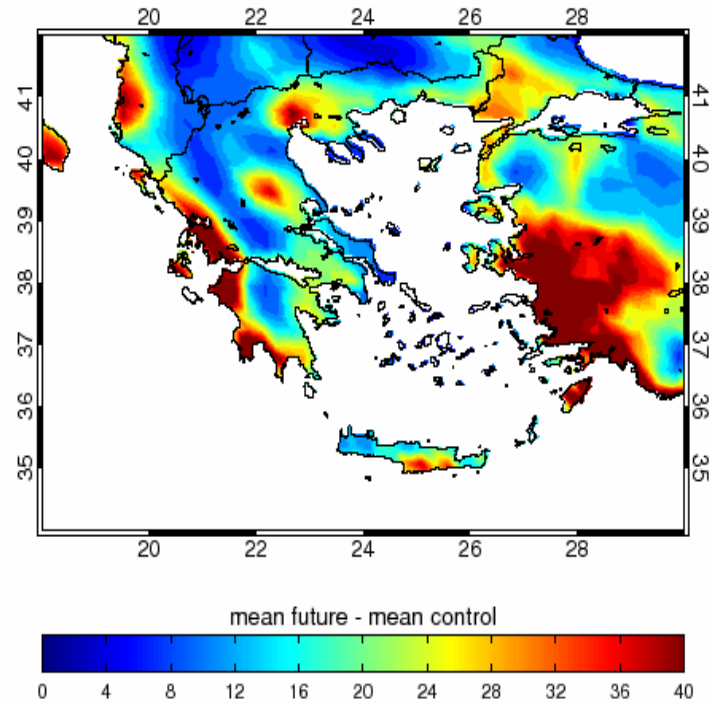
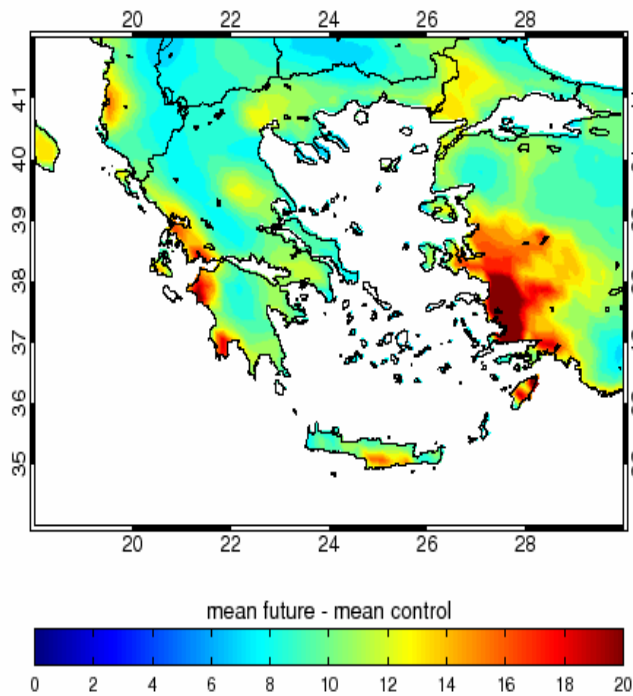


Δυσφορία πληθυσμού

- Οι επιπτώσεις της θέρμανσης στην άνεση (ή δυσφορία) των ανθρώπων υπολογίζεται με τη χρήση του HUMIDEX, δείκτης που εκφράζει τη θερμότητα που λαμβάνουν οι άνθρωποι
- Ο HUMIDEX (°C) σε εφαρμόζεται κυρίως το καλοκαίρι και γενικότερα σε ζεστές περιόδους και εκφράζει τη θερμοκρασία που αισθάνεται ένα άτομο όταν εκτεθεί στη ζέστη και στην υγρασία
- Έχουν καθιερωθεί 6 κατηγορίες του HUMIDEX με σκοπό να ενημερώνουν το ευρύ κοινό για τις συνθήκες δυσφορίας:
 - ❖ ≤ 29 άνετες συνθήκες (καθόλου δυσφορία)
 - ❖ 30-34 λίγο άνετες συνθήκες (μικρή δυσφορία)
 - ❖ 35-39 δυσφορία, αποφυγή έντονης άσκησης
 - ❖ 40-45 μεγάλη δυσφορία, αποφυγή άσκησης
 - ❖ 46-53 σημαντικός κίνδυνος, αποφυγή οποιασδήποτε άσκησης/δραστηριότητας
 - ❖ ≥ 54 Άμεσος κίνδυνος, υπερθερμία
- Ως όριο στη παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε η τιμή του HUMIDEX 38°C



Ημέρες με έντονη δυσφορία



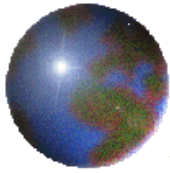
Μια ημέρα με αίσθημα δυσφορίας συνεπάγεται μία ημέρα όπου συνδυάζει υψηλές θερμοκρασίες και υγρασία. Οι περιοχές που θα επηρεαστούν περισσότερο είναι οι παράκτιες περιοχές της Δυτικής Ελλάδας καθώς και τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου. Οι περιοχές αυτές ενδέχεται να έχουν 20 επιπλέον ημέρες με αίσθημα δυσφορίας κατά το 2021-2050 και 40 επιπλέον ημέρες κατά το 2071-2100. Οι πεδινές περιοχές και η Κρήτη θα έχουν μια αύξηση 15 ημερών κατά το 2021-2050 και περίπου 25 επιπλέον ημέρες κατά το 2071-2100, ενώ οι ορεινές περιοχές δε φαίνεται να επηρεάζονται.



Η ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΔΥΣΦΟΡΙΑΣ ΛΟΓΩ ΖΕΣΤΗΣ ΜΕΤΑΦΡΑΖΕΤΑΙ ΚΑΙ ΣΕ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ;

**Η σχέση θνησιμότητας/θερμοκρασίας εξετάστηκε για το την
Αθήνα χρησιμοποιώντας παρατηρήσεις των μηνών Ιούνιος –
Αύγουστος για την περίοδο 1992-2006**

**Κύριος σκοπός της μελέτης είναι η χρήση αποτελεσμάτων
πολλών περιοχικών κλιματικών μοντέλων για την εκτίμηση
της μελλοντικής ημερήσιας θνησιμότητας λόγω κλιματικής
αλλαγής**



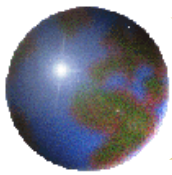
Διαθεσιμότητα δεδομένων

Συλλέχθηκαν δεδομένα θανάτων κάθε αιτίας για την Αθήνα για την περίοδο 1992-2006

Πηγή: → Ελληνική Στατιστική Αρχή .

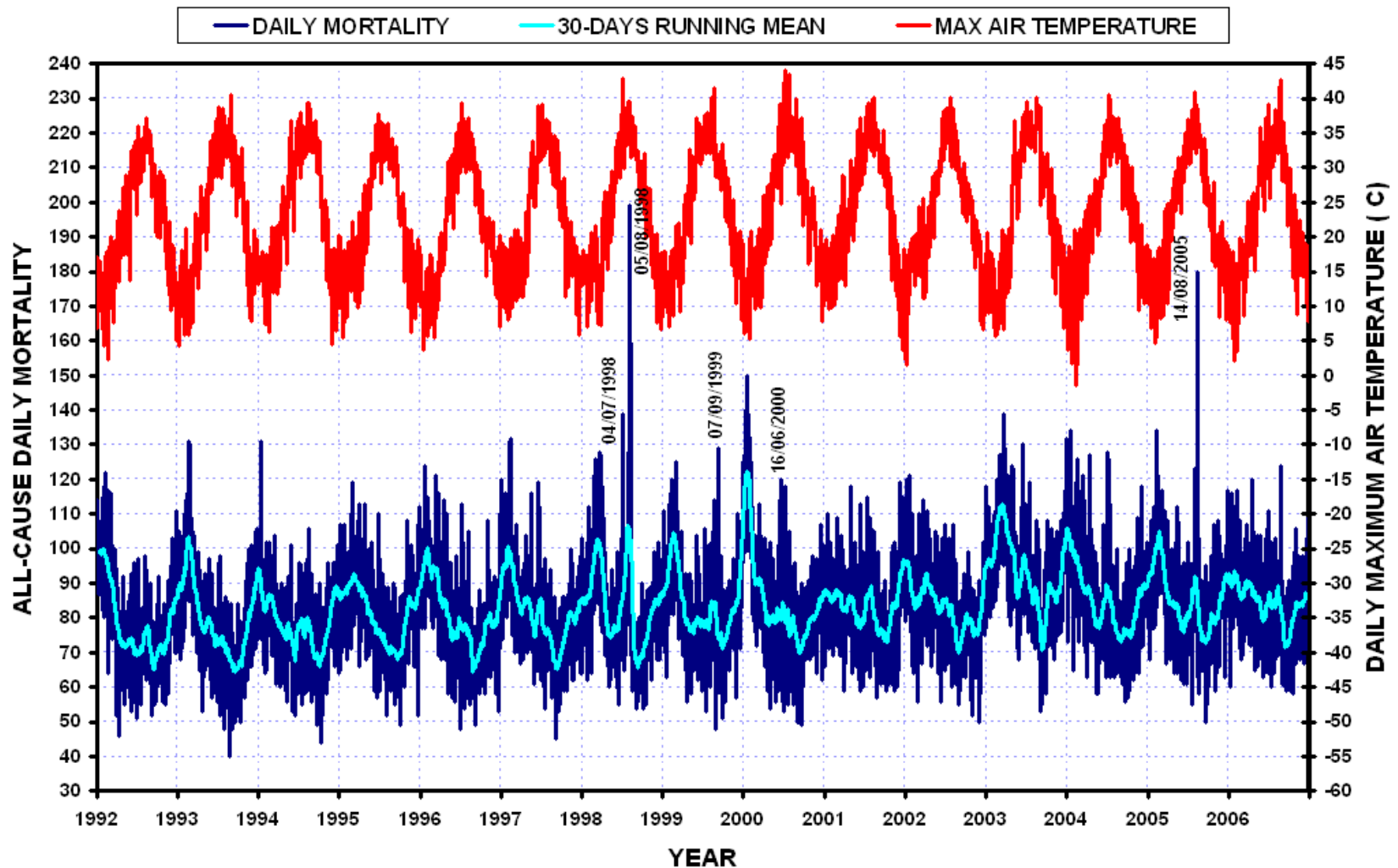
Χρησιμοποιήθηκε επίσης η ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία στην Αθήνα για την ίδια περίοδο.

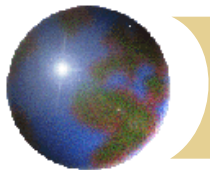
Πηγή: → Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών



Θνησιμότητα κάθε αιτίας στην Αθήνα για την περίοδο 1992-2006

ALL-CAUSE DAILY MORTALITY DATA FOR ATHENS - PERIOD: 1992-2006



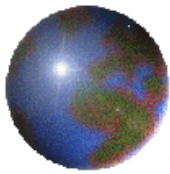


Υπολογισμός των ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΘΑΝΑΤΩΝ τους καλοκαιρινούς μήνες

Για τον υπολογισμό των **ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΘΑΝΑΤΩΝ** δηλαδή των θανάτων πάνω από το προσδοκώμενο για μια συγκεκριμένη περίοδο και πληθυσμό:

- Χρήση ενός **ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΜΕΣΟΥ ΟΡΟΥ** ημερήσιας θνησιμότητας για κάθε μήνα του καλοκαιριού για την περίοδο 2004-2011 (12.9 θάνατοι για τον Ιούνιο, 13.4 για τον Ιούλιο και 13.6 για τον Αύγουστο).
- Οι ημερήσιοι επιπλέον θάνατοι υπολογίστηκαν αφαιρώντας την υποθετική τιμή (Σταθερός μέσος όρος) με την παρατηρούμενη τιμή της ημερήσιας θνησιμότητας.

Παράδειγμα: με τη προσέγγιση του σταθερού μέσου όρου έγινε αφαίρεση της τιμής 12.9 από κάθε παρατηρούμενη τιμή θνησιμότητας του μήνα Ιουνίου, 13.4 από κάθε παρατηρούμενη τιμή θνησιμότητας του μήνα Ιουλίου και 13.6 από κάθε παρατηρούμενη τιμή θνησιμότητας του μήνα Αυγούστου



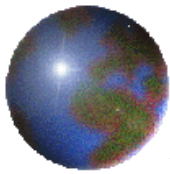
ΕΠΙΠΛΕΟΝ Θάνατοι: Μεθοδολογία

- Κάθε τιμή περίσσειας θανάτων ομαδοποιήθηκε σε αντίστοιχα διαστήματα μέγιστης θερμοκρασίας του αέρα ανά 1°C διαφορά

Παράδειγμα: Αν την 16^η Ιουλίου η μέγιστη θερμοκρασία ήταν 39.3°C και οι επιπλέον θάνατοι ήταν 10, τότε το 10 μεταφέρεται στο διάστημα 39-39.9°C των θερμοκρασιών

• Όλες οι τιμές των επιπλέον θανάτων που βρέθηκαν στα αντίστοιχα διαστήματα θερμοκρασιών της περιόδου μελέτης προστέθηκαν έτσι ώστε να βρεθεί το σημείο όπου από εκεί και μετά οι θάνατοι δεν προέρχονται από τη ζέστη

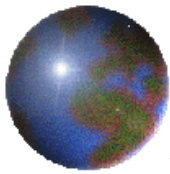
Παράδειγμα: Αν στο διάστημα μέγιστων θερμοκρασιών 39-39.9°C παρατηρήθηκαν 5 τιμές και οι επιπλέον θάνατοι για αυτές τις θερμοκρασίες ήταν: +20, -15, +12, -7 και +10, τότε το σύνολο υπολογίστηκε ως εξής: $(+20)+(-15)+(+12)+(-7)+(+10)=20$



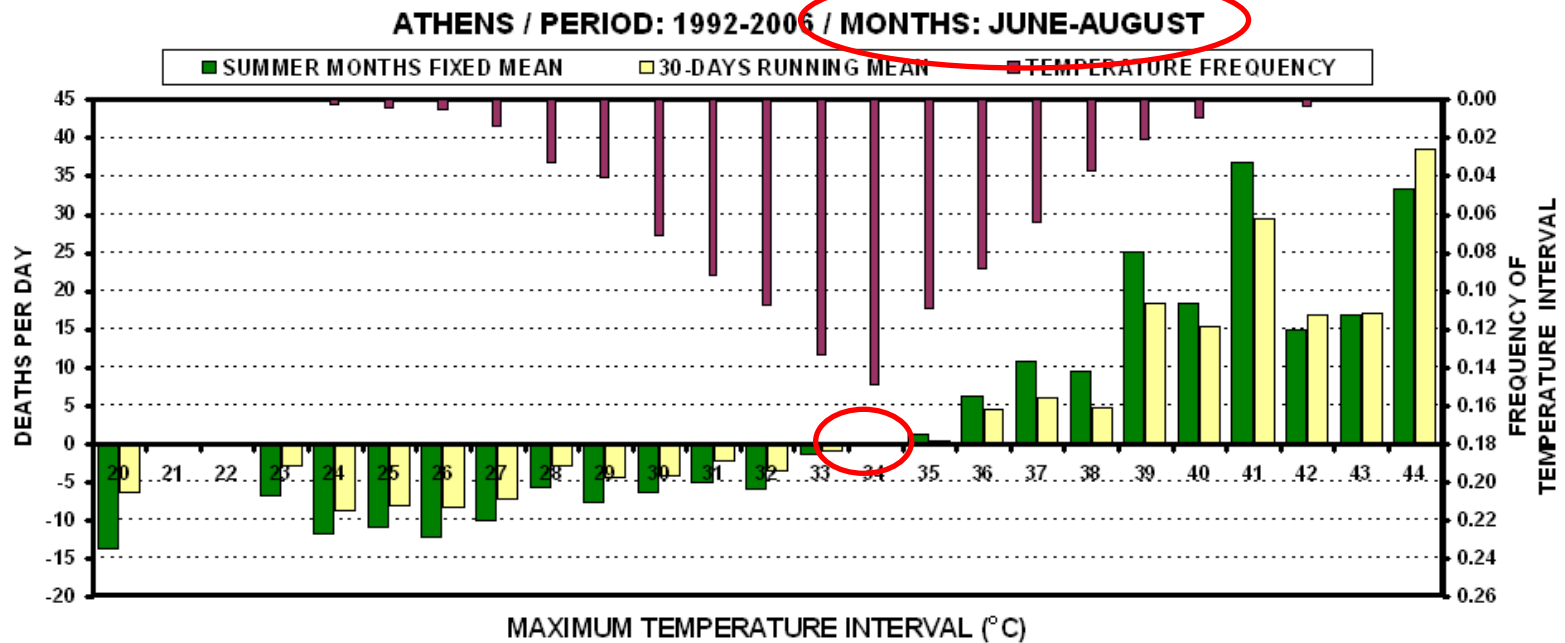
ΕΠΙΠΛΕΟΝ Θάνατοι: Μεθοδολογία

- Τέλος, το άθροισμα των επιπλέον θανάτων του κάθε διαστήματος διαιρέθηκε με τη συχνότητα εμφάνισης του εν λόγω διαστήματος θερμοκρασίας για να δώσει τον αριθμό των θανάτων ανά ημέρα για το συγκεκριμένο διάστημα θερμοκρασιών

Παράδειγμα: Αν για το διάστημα των 39°C (39-39.9°C) βρέθηκαν 681 επιπλέον θάνατοι (το άθροισμα όλων των επιπλέον θανάτων που βρέθηκαν είτε αρνητικοί είτε θετικοί), και το διάστημα αυτό παρατηρήθηκε 27 φορές μέσα στη περίοδο 1992-2006, τότε ο αριθμός της περίσσειας θανάτων ανά ημέρα υπολογίστηκε ως εξής: $681/27=25.2$



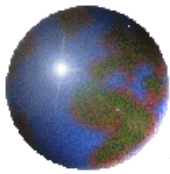
Ημερήσιοι θάνατοι το καλοκαίρι για κάθε διάστημα θερμοκρασίας στην Αθήνα κατά την περίοδο 1992-2006



Σχέση σχήματος V παρατηρήθηκε μεταξύ θνησιμότητας και θερμοκρασίας.

Η ανάλυση έδειξε ότι οι πιο ζεστές μέρες σχετίζονται με το μεγαλύτερο ρίσκο θνησιμότητας.

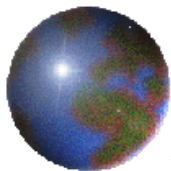
Δεν παρατηρούνται επιπλέον θάνατοι που σχετίζονται με τη ζέστη κάτω από τους 34°C. Σημαντικός αριθμός θανάτων που σχετίζονται με τη ζέστη παρατηρείται στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες.



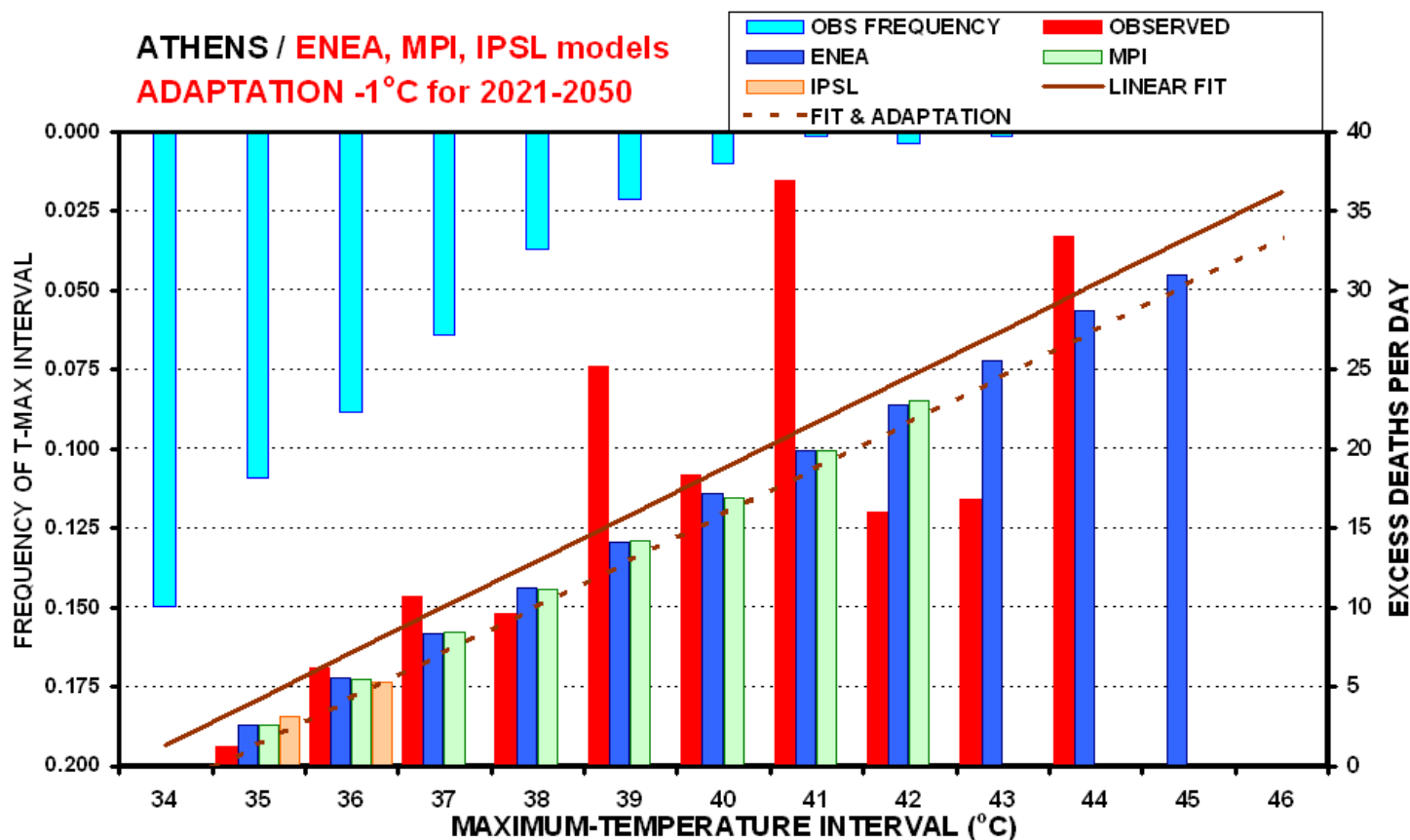
Πρόβλεψη μελλοντικών θανάτων με τη χρήση RCM μοντέλων και μοντέλων επίπτωσης.

Χρησιμοποιήθηκε γραμμικό μοντέλο για την πρόβλεψη της θνησιμότητας που σχετίζεται με τη ζέστη για την περίοδο 2021-2050 χρησιμοποιώντας δεδομένα θερμοκρασίας από 3 RCM μοντέλα βάσει του Σεναρίου Εκπομπών A1B

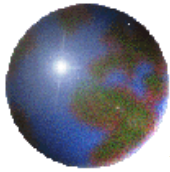
Ένας παράγοντας “προσαρμογής” ή παράγοντας εγκλιματισμού, 1°C ανά 30 έτη (εκφράζει την ικανότητα των ανθρώπων να προσαρμόζονται στην αύξηση 1°C της θερμοκρασίας σε μια περίοδο 30 ετών) συμπεριλήφθηκε για να εκφράσει τη φυσιολογική και συμπεριφοριστική προσαρμογή στις υψηλότερες θερμοκρασίες.



Σχέση Κλίματος – Θνησιμότητας → Αθήνα

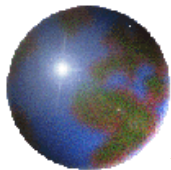


Προβλέπεται άνοδος της θνησιμότητας που σχετίζεται με τη ζέση (ακόμα και μετά τη διόρθωση της ικανότητας προσαρμογής), περισσότεροι από 30 επιπλέον θάνατοι ανά ημέρα την περίοδο με πολύ υψηλές θερμοκρασιακές συνθήκες



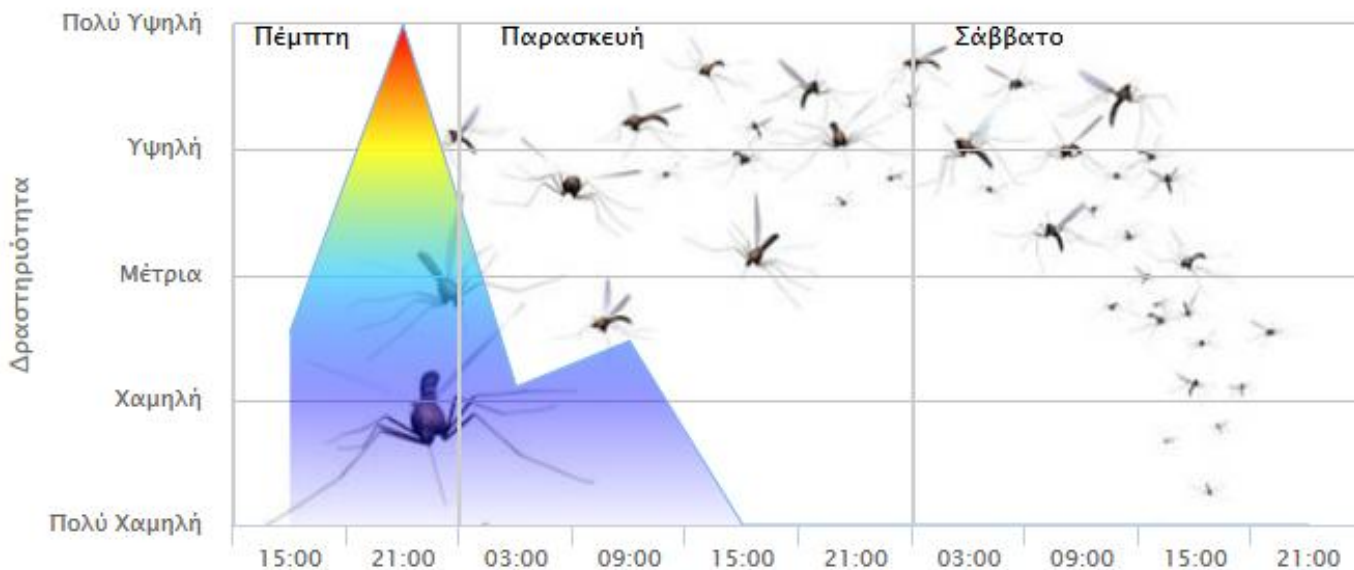
Συμπεράσματα

- ❖ Η έρευνα έδειξε μέχρι τώρα ότι παρατηρήθηκε σημαντικός αριθμός επιπλέον θανάτων που σχετίζονται με τη ζέστη, ειδικά σε ακραία φαινόμενα ζέστης, σε Αθήνα, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.
- ❖ Οι προβλέψεις των μοντέλων έδειξαν μεγάλη αύξηση του ρυθμού θνησιμότητας για την περίοδο 2021-2050 ακόμα και με την εφαρμογή του παράγοντα προσαρμογής, κάτι το οποίο θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στις υπηρεσίες υγείας της πολιτείας
- ❖ Περισσότεροι από 30 επιπλέον θάνατοι την ημέρα (παρατηρείται διακύμανση μεταξύ των μοντέλων) αναμένονται στην Αθήνα την περίοδο 2021-2050 σε πολύ υψηλές θερμοκρασιακές συνθήκες



Διαδικτυακό εργαλείο δραστηριότητας ΚΟΥΝΟΥΠΙΩΝ

Δείκτης Δραστηριότητας Κουνουπιών



Highcharts.com



ΒΟΡ.ΑΝΑΤ. ΠΡΟΑΣΤΙΑ
Πρόγνωση Καιρού για τις 15:00
(ΚΑΘΑΡΟΣ)

27°C

Hum: 44%
Wind: 3km/h

www.conops.gr/weather



καλοκαίρι 2007- Αθήνα

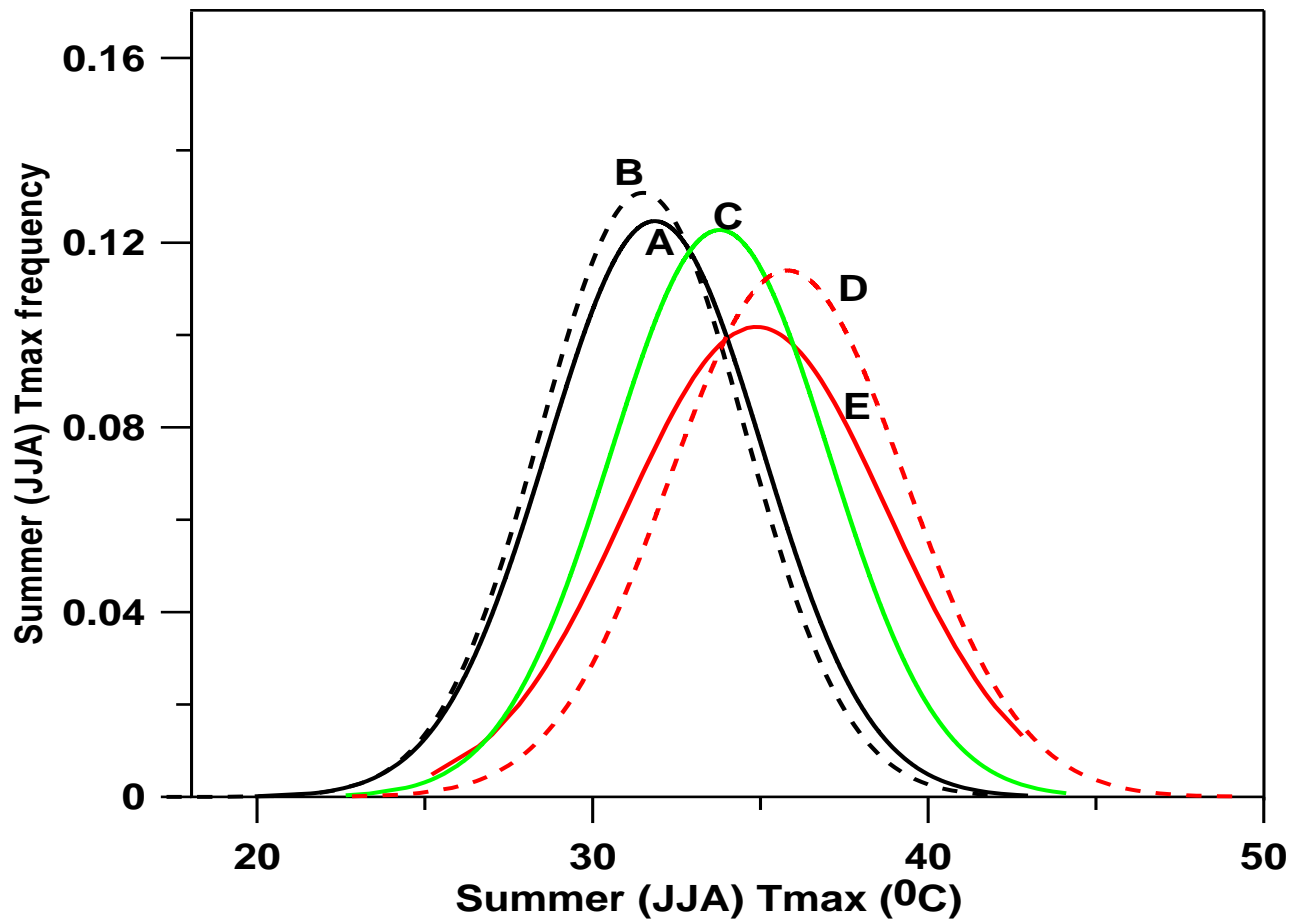
A. Μοντέλο 1961-90

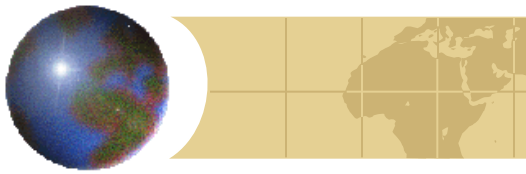
C. Μοντέλο 2021-2050

E. Καλοκαίρι 2007

B. Παρατηρήσεις 1961-90

D. Μοντέλο 2071-2100





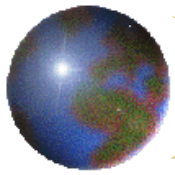
Δείκτης κινδύνου πυρκαγιάς (FWI)

Ο δείκτης FWI είναι ένας ημερήσιος μετεωρολογικός δείκτης που χρησιμοποιείται παγκοσμίως για την εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς (van Wagner, 1987) σε έναν γενικευμένο τύπο καυσίμου (ώριμα πεύκα)

Αποτελείται από διάφορες συνιστώσες που αντιπροσωπεύουν την επίδραση της υγρασίας του καυσίμου και του ανέμου στη συμπεριφορά και στην εξάπλωση της φωτιάς

Τα δεδομένα που χρειάζεται ο FWI για να υπολογιστεί είναι ημερήσιες τιμές της θερμοκρασίας (μεσημέρι), της σχετικής υγρασίας του αέρα, της ταχύτητας ανέμου και της συνολικής βροχόπτωσης των προηγούμενων 24 ωρών

Από το 2007, ο FWI έχει υιοθετηθεί σε επίπεδο Ε.Ε. από το Ευρωπαϊκό Σύστημα Πληροφοριών για τις Πυρκαγιές (EFFIS) και το Κοινό Κέντρο Ερευνών (JRC) για την αξιολόγηση του κινδύνου πυρκαγιάς στην Ευρώπη

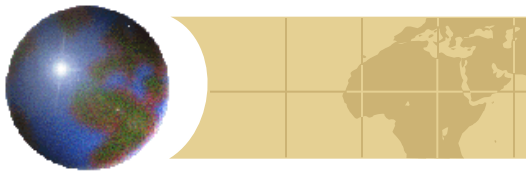


Δείκτης επικινδυνότητας πυρκαγιάς (FWI)

- Χρησιμοποιούμε τον δείκτη επικινδυνότητας για πυρκαγιά (FWI) οφειλόμενη στις μετεωρολογικές συνθήκες.
- Ο FWI απαιτεί δεδομένα μέγιστης ημερήσιας θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, ανέμου και ποσού βροχόπτωσης
- Αρχικά ο δείκτης αναπτύχθηκε για δάση στη Βόρεια Αμερική όμως σήμερα χρησιμοποιείται και για μεσογειακά δάση



- Χαμηλός κίνδυνος όταν ο δείκτης $FWI < 15$, πολύ υψηλός όταν $FWI < 30$, ακραίος όταν $FWI > 60$



Δείκτης κινδύνου πυρκαγιάς (FWI)

**ταξινόμηση
EFFIS &
DISARM**

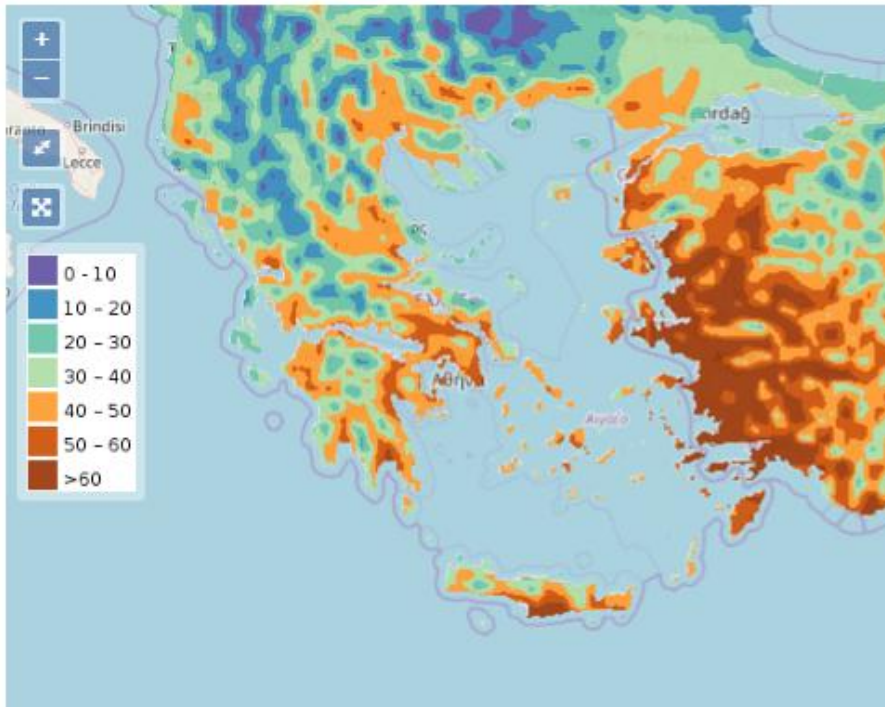
Κλάσεις	EFFIS	DISARM
Πολύ χαμηλός	<5.2	<11
Χαμηλός	5.2-11.2	11-19
Μέτριος	11.2-21.3	19-43
Υψηλός	21.3-38.0	43-73
Πολύ υψηλός	>38	>73

➤ Στο πλαίσιο του έργου DISARM, τα όρια των κλάσεων κινδύνου πυρκαγιάς καθορίστηκαν εκ νέου για την Ελλάδα. Τα όρια προέκυψαν από τη μελέτη 2754 πυρκαγιών άνω των 10 ha κατά την αντιπυρική περίοδο Μαΐου-Οκτ μεταξύ 2000-2016.

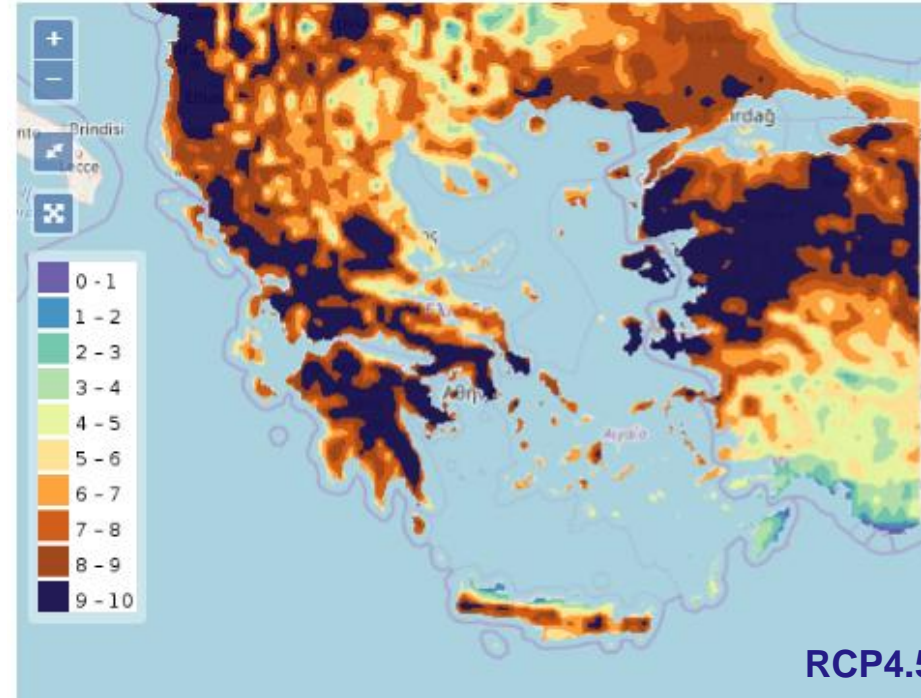


Πρόβλεψη κινδύνου πυρκαγιάς στην Ελλάδα

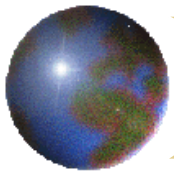
Μέσος FWI το καλοκαίρι



Περίοδος αναφοράς 1971-2000

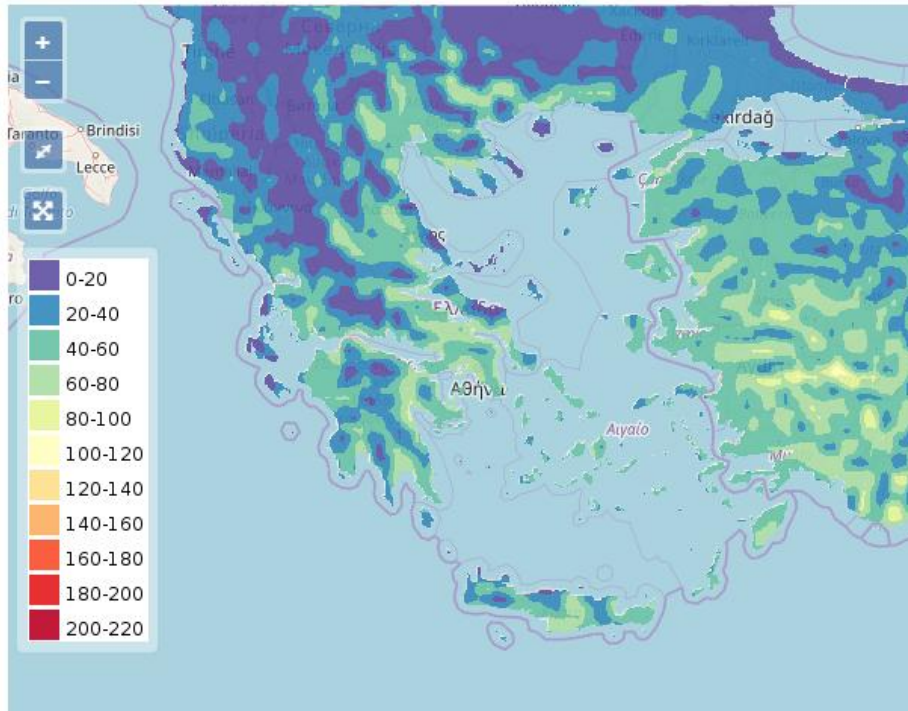


Διαφορές μεταξύ μελλοντικής (2021-2050) και περιόδου αναφοράς

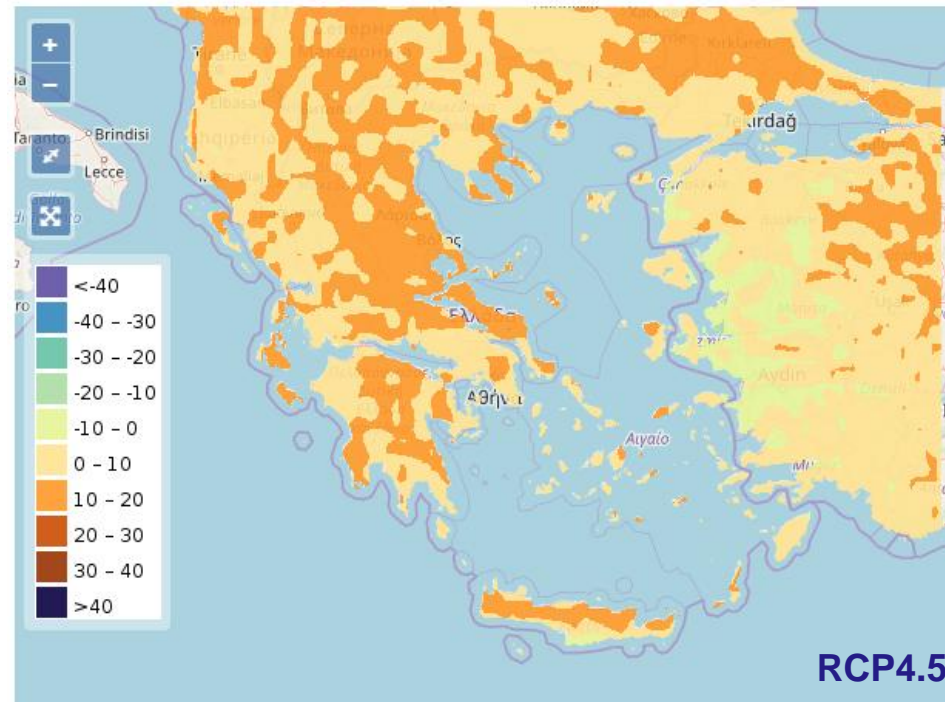


Πρόβλεψη κινδύνου πυρκαγιάς στην Ελλάδα

Αριθμός ημερών με υψηλό ρίσκο πυρκαγιάς το καλοκαίρι



Περίοδος αναφοράς 1971-2000



Διαφορές μεταξύ μελλοντικής (2021-2050) και περιόδου αναφοράς

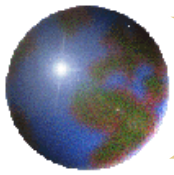


Σουηδικός δείκτης Angstrom (SAI)

- Εμπειρικός δείκτης ξηρασίας που χρησιμοποιείται στην εκτίμηση του ρίσκου πυρκαγιάς (Willis et al., 2001)
- Δίνει εκτίμηση των συνθηκών, ευνοϊκών ή μη, για την εμφάνιση πυρκαγιάς
- Για τον υπολογισμό του χρησιμοποιείται η θερμοκρασία του αέρα και η σχετική υγρασία



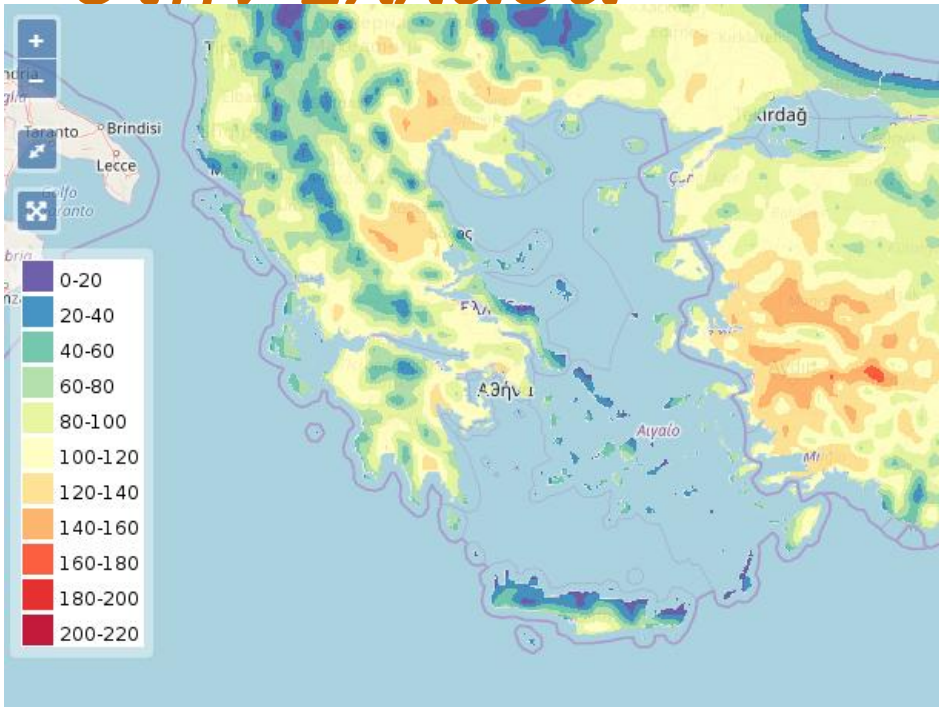
Κλάσεις	SAI
Εμφάνιση πυρκαγιάς πολύ πιθανή	<2.0
Ευνοϊκές συνθήκες για πυρκαγιά	2.0-2.5
Μη ευνοϊκές συνθήκες για πυρκαγιά	2.5-4.0
Μη πιθανή εμφάνιση πυρκαγιάς	>4.0



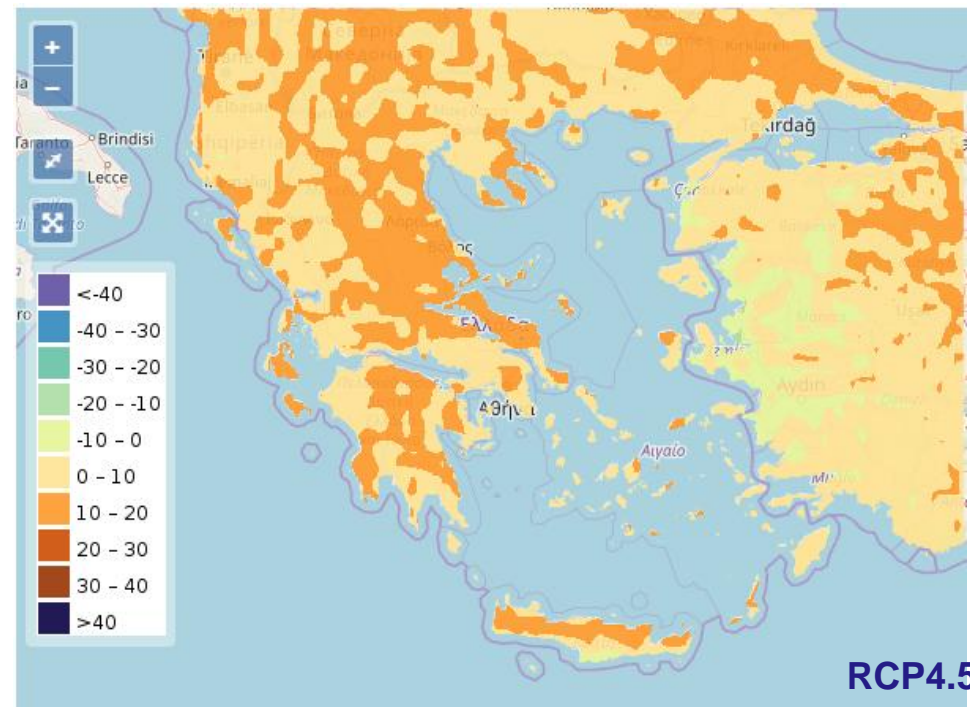
Πρόβλεψη κινδύνου πυρκαγιάς

Αριθμός ημερών με πολύ πιθανή εμφάνιση πυρκαγιάς (SAI<2)

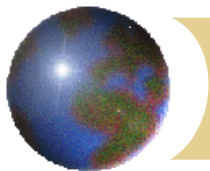
στην Ελλάδα



Περίοδος αναφοράς 1971-2000



Διαφορές μεταξύ μελλοντικής (2021-2050) και περιόδου αναφοράς



➤ Μελλοντικές προβλέψεις κινδύνου

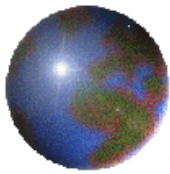
πυρκαγιάς για την
περίοδο 2021-2050
για τη Βουλγαρία,
την Ελλάδα και την
Κύπρο, με χρήση
διάφορων δεικτών,
περιοχικών
κλιματικών
μοντέλων και
μελλοντικών
σεναρίων
εκπομπών

DISARM

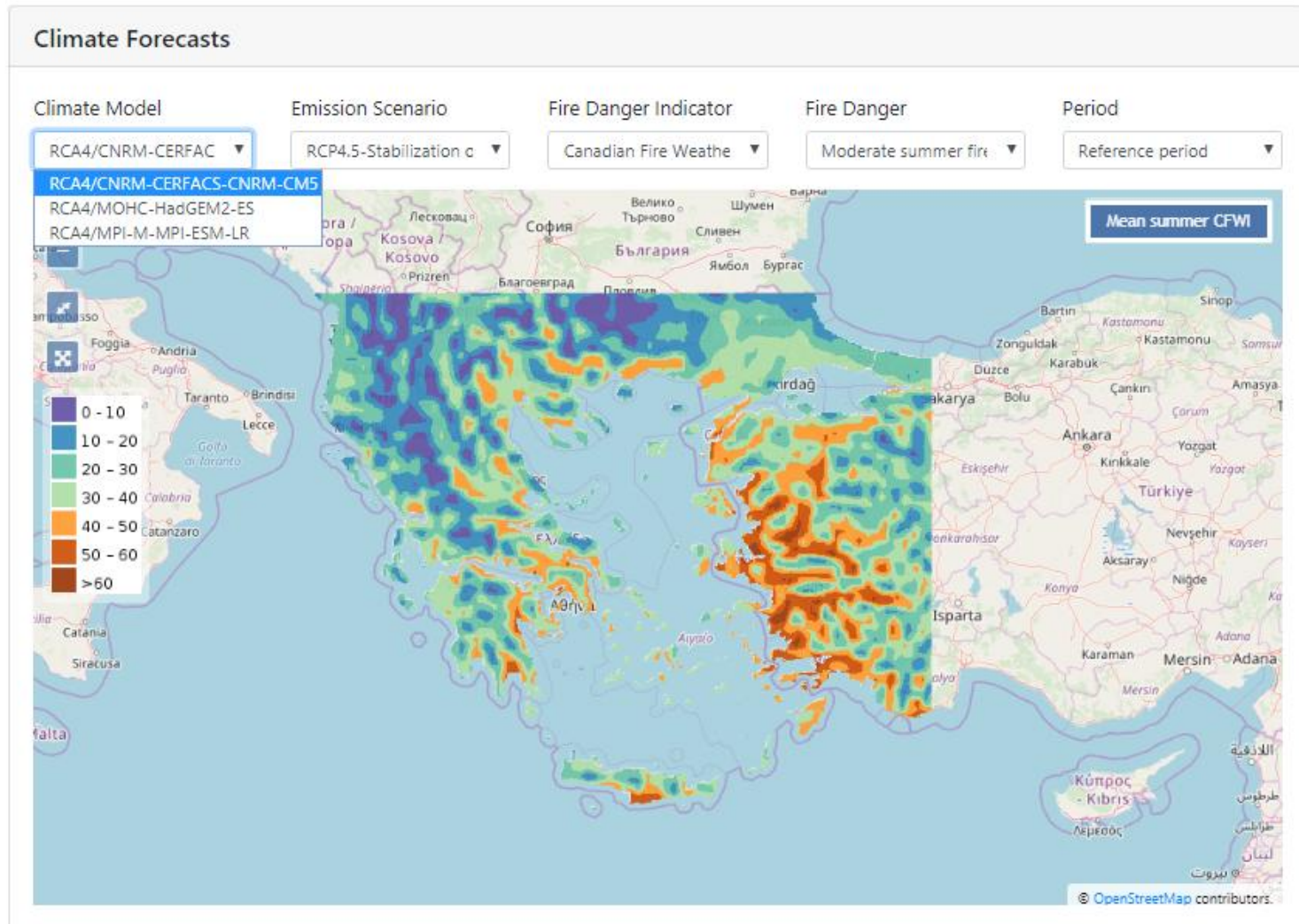
Drought and fire ObServatory and eArly waRning system

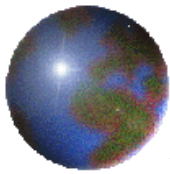
Bulgaria	Greece	Cyprus
<input type="button" value="Enter"/>	<input type="button" value="Enter"/>	<input type="button" value="Enter"/>



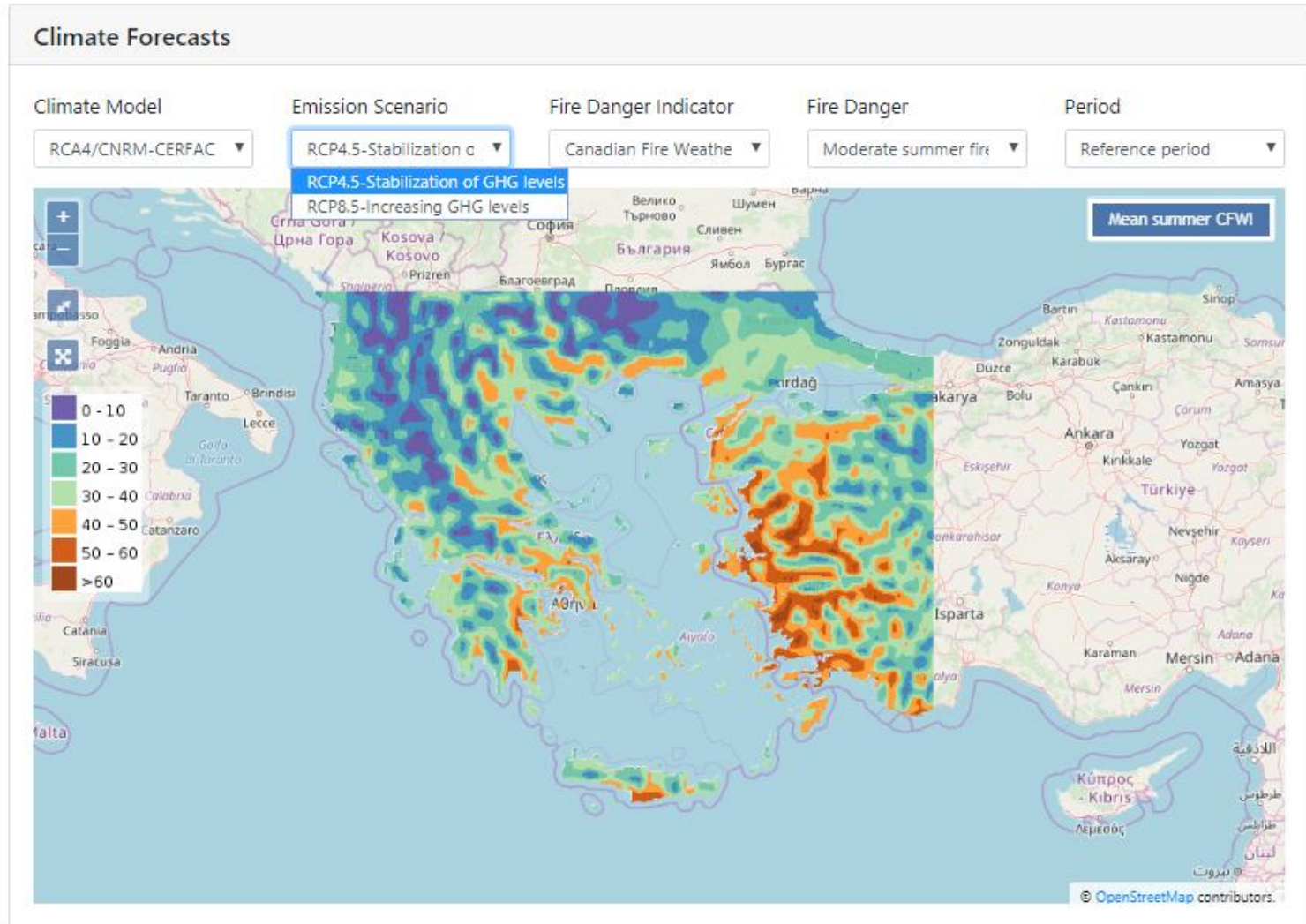


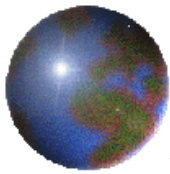
Επιλογή μοντέλου



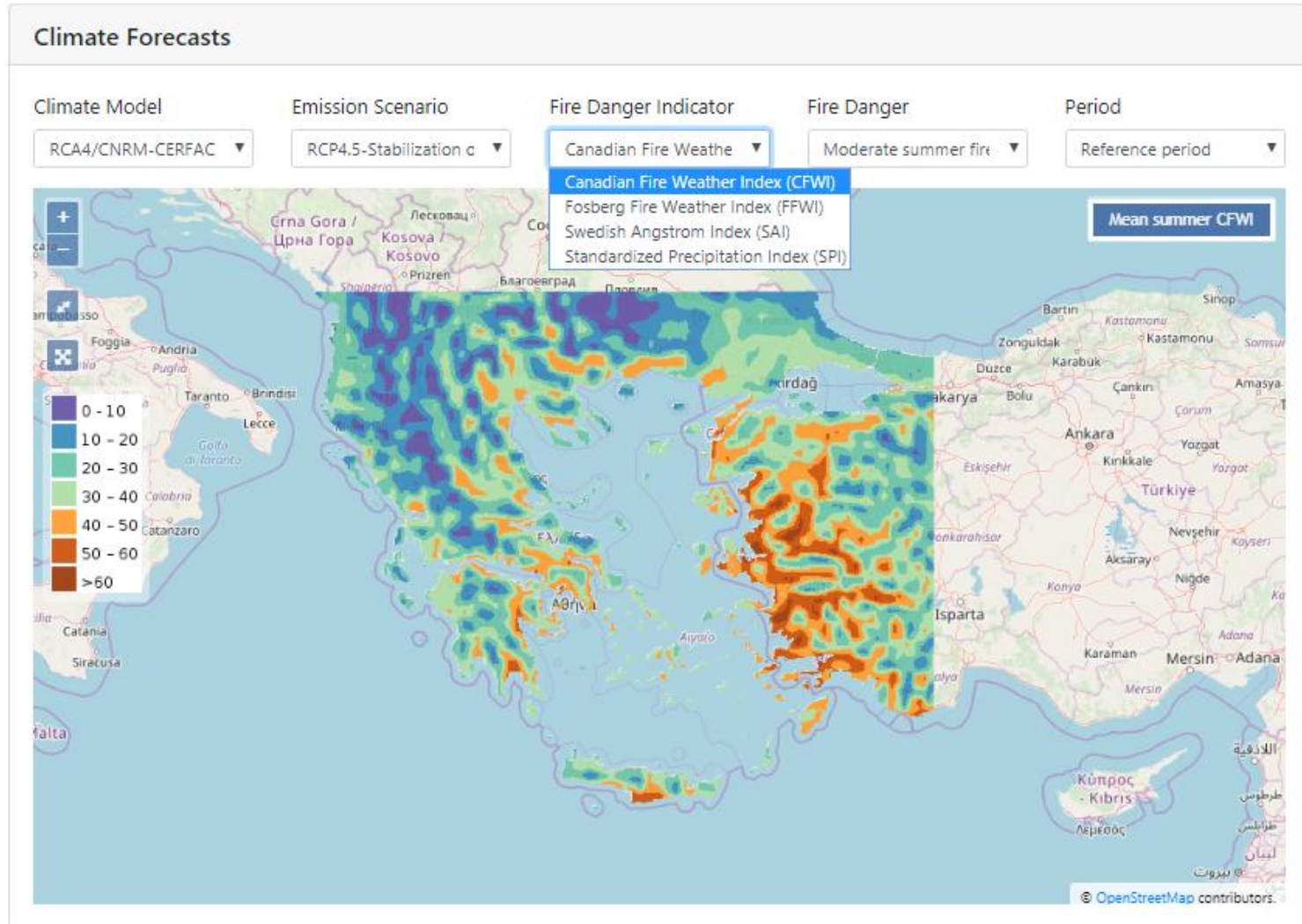


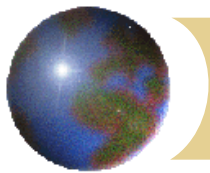
Επιλογή σεναρίου εκπομπών



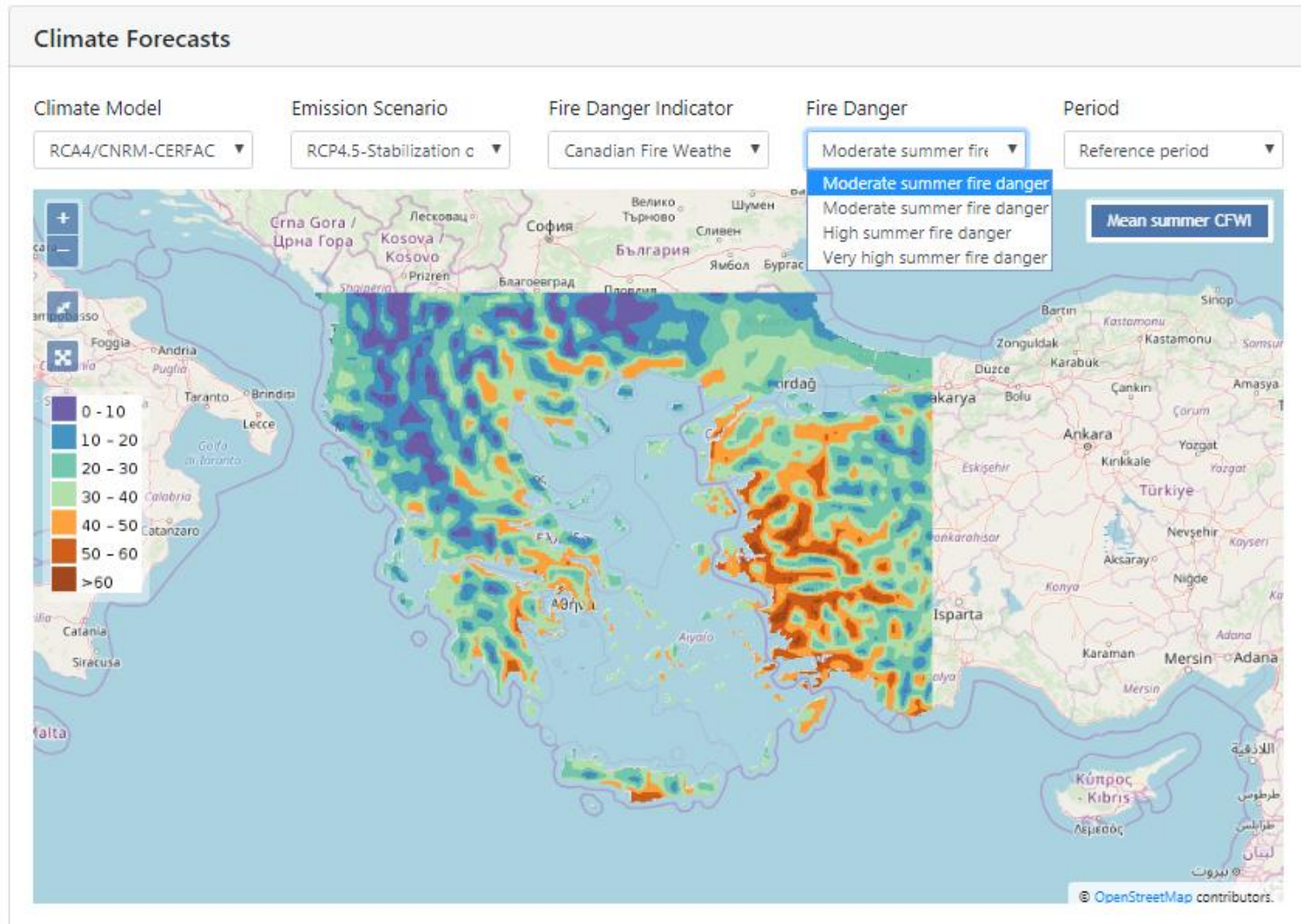


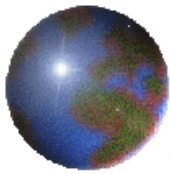
Επιλογή δείκτη



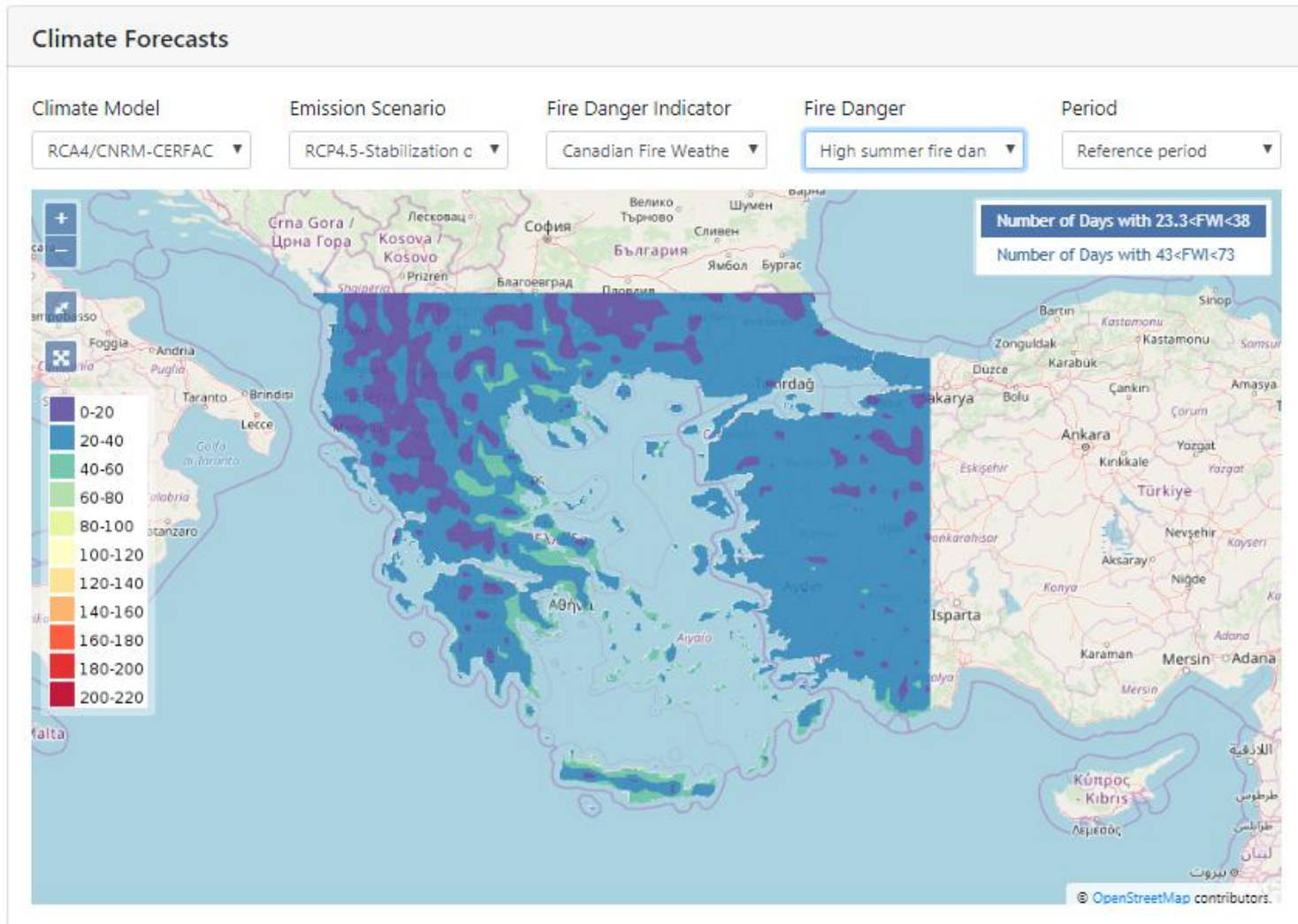


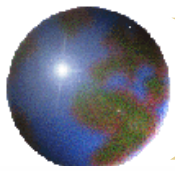
Επιλογή κλάσης κινδύνου πυρκαγιάς



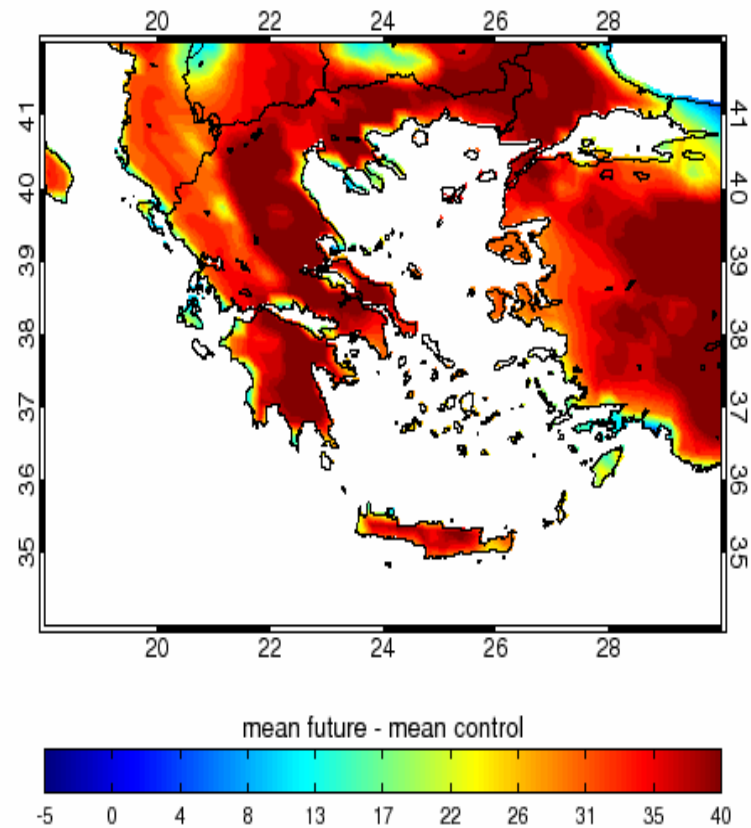
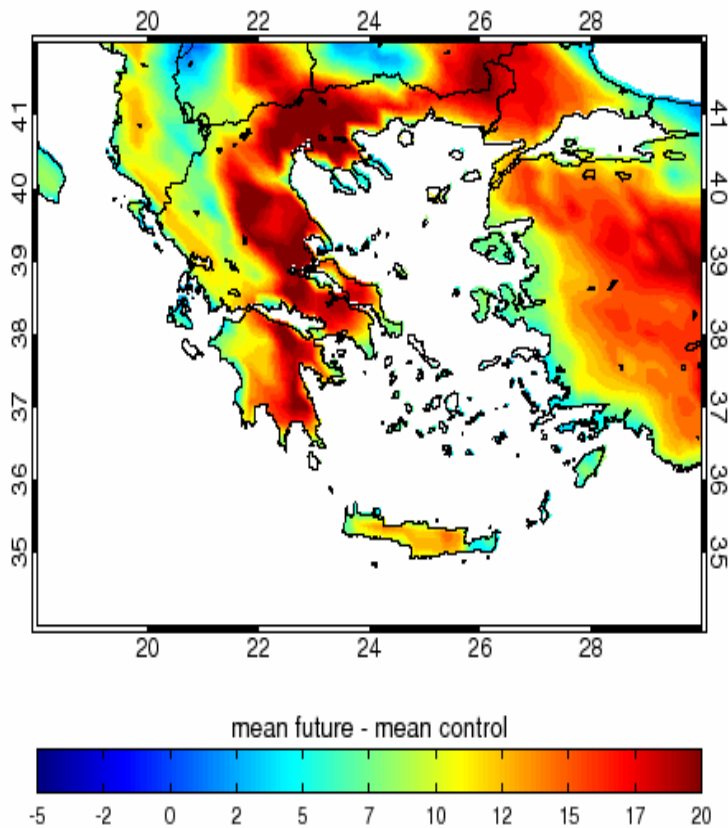


Επιλογή κλάσης κινδύνου πυρκαγιάς

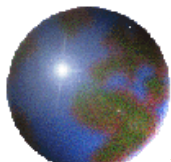




Ακραίος κίνδυνος πυρκαγιάς

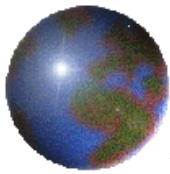


Όλες οι πεδινές ηπειρωτικές περιοχές της Ανατολικής Ελλάδας ενδέχεται να αντιμετωπίσουν 20 πλέον ημέρες το χρόνο κατά το 2021-2050 και 40 επιπλέον ημέρες κατά το 2071-2100 με αυξημένο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς. Στα νησιά και τμήματα της Δυτικής Ελλάδας θα παρατηρηθούν μικρότερες αυξήσεις.



Συγκεντρωτικός πίνακας όλων των βιογεωφυσικών και κοινωνικών δεικτών τρωτότητας

Βασικός δείκτης επίπτωσης	Δείκτης επικινδυνότητας κλίματος	Δείκτες τρωτότητας	Υφιστάμενες επιπτώσεις
Δείκτης Φωτιάς	Μέγιστη θερμοκρασία Σχετική υγρασία Άνεμος Βροχόπτωση	Ρίσκο εκδήλωσης πυρκαγιάς	Καταστροφή περιαστικών δασών
Ημερήσιος ρυθμός θανάτων όλων των αιτιών	Πολύ ζεστές μέρες	Υγεία ανθρώπων	Αύξηση θανάτων σε συνθήκες καύσωα
Κατανάλωση ηλεκτρισμού	Θερμοκρασία Θερμο-ημέρες για θέρμανση Θερμο-ημέρες για ψύξη	Κατανάλωση ηλεκτρισμού	Αύξηση ζήτησης το καλοκαίρι και χειμώνα
Ατμοσφαιρική ρύπανση	Θερμοκρασία	Υπερβάσεις όζοντος	Συνδυαστικές επιπτώσεις με ζέστη στην υγεία



Σύνδεση δεικτών – Αστικές περιοχές

Κλιματικοί κίνδυνοι
Ολική βροχόπτωση; Ένταση βροχόπτωσης & Πλημμύρες; Θερμοκρασία; Καύσωνες, πολύ ζεστές μέρες/νύκτες; ΑΘΝ; Θερμική άνεση

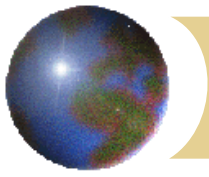
Περιαστικές φωτιές
Δασικές πυρκαγιές; Καμένη έκταση; Δείκτης ρίσκου πυρκαγιάς, Έκταση περιαστικού δάσους, Περιβαλλοντική προστασία (συμπεριλαμβανομένου των επενδύσεων για την πρόληψη των πυρκαγιών)

Αστικός πληθυσμός
Υγεία και ευζωία
Θνησιμότητα (όλες οι αιτίες); Υπερβάσεις του ορίου όζοντος; % ευάλωτος πληθυσμός, δαπάνες για την υγεία, Πυκνότητα πληθυσμού / ανάπτυξη

Οικονομία αστικής περιοχής (ενέργεια)

Κατανάλωση ηλεκτρισμού; Συνεισφορά ενέργειας στην οικονομία; Μεταβολή ΑΕΠ; Μεταβολή πληθυσμού

Περιφερειακή πολιτική
Διαχείριση και προστασία περιβάλλοντος, Αστικός σχεδιασμούς / βιωσιμότητα / τουρισμός



✦ Ευχαριστώ για την προσοχή σας