

“Κλιματική αλλαγή: χθες, σήμερα
και αύριο”

Χρήστος Σ. Ζερεφός

Ακαδημαϊκός,

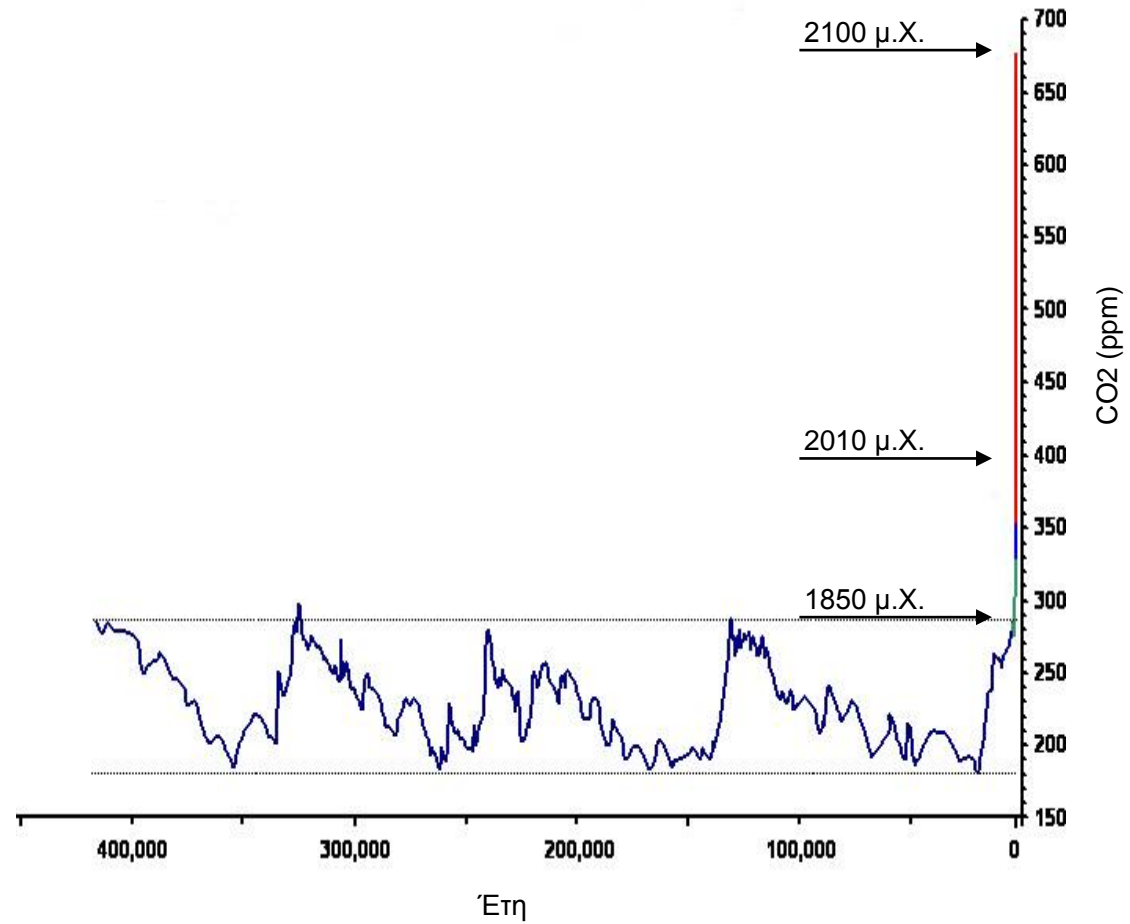
*Κέντρου Ερεύνης Φυσικής της Ατμοσφαιράς και
Κλιματολογίας της Ακαδημίας Αθηνών*

*Κλιματική Αλλαγή - Φυσικές Καταστροφές
Πρόληψη & Αντιμετώπιση*

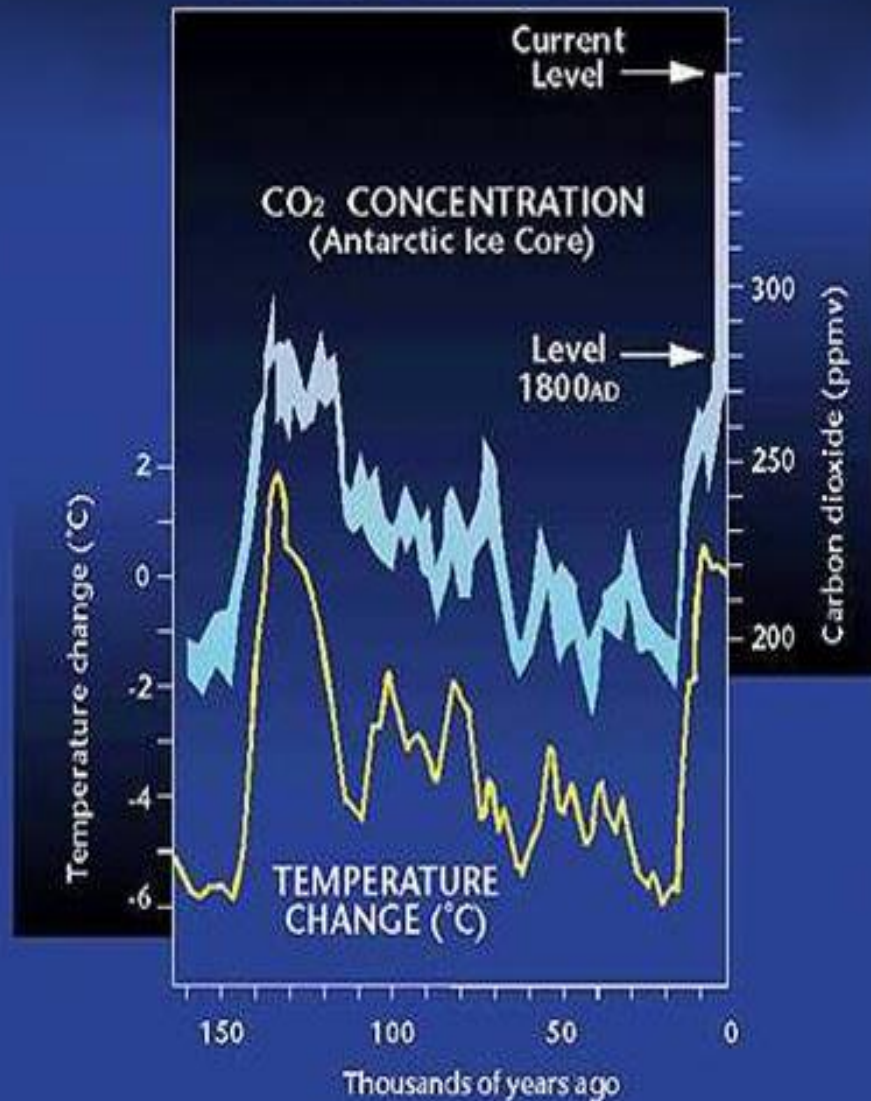
Ξενοδοχείο Royal Olympic, Τρίτη 3 Δεκεμβρίου 2019



CO2 εγκλωβισμένο στους Παγετώνες



Atmospheric Carbon Dioxide Concentration and Temperature Change



Ανθρωπογενείς επιδράσεις στον πλανήτη στα προηγούμενα 100 χρόνια

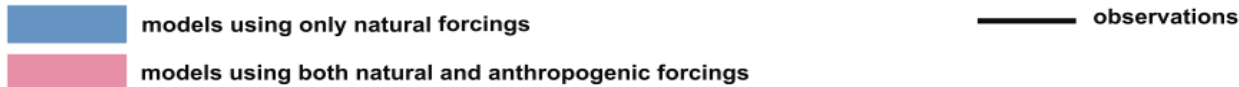
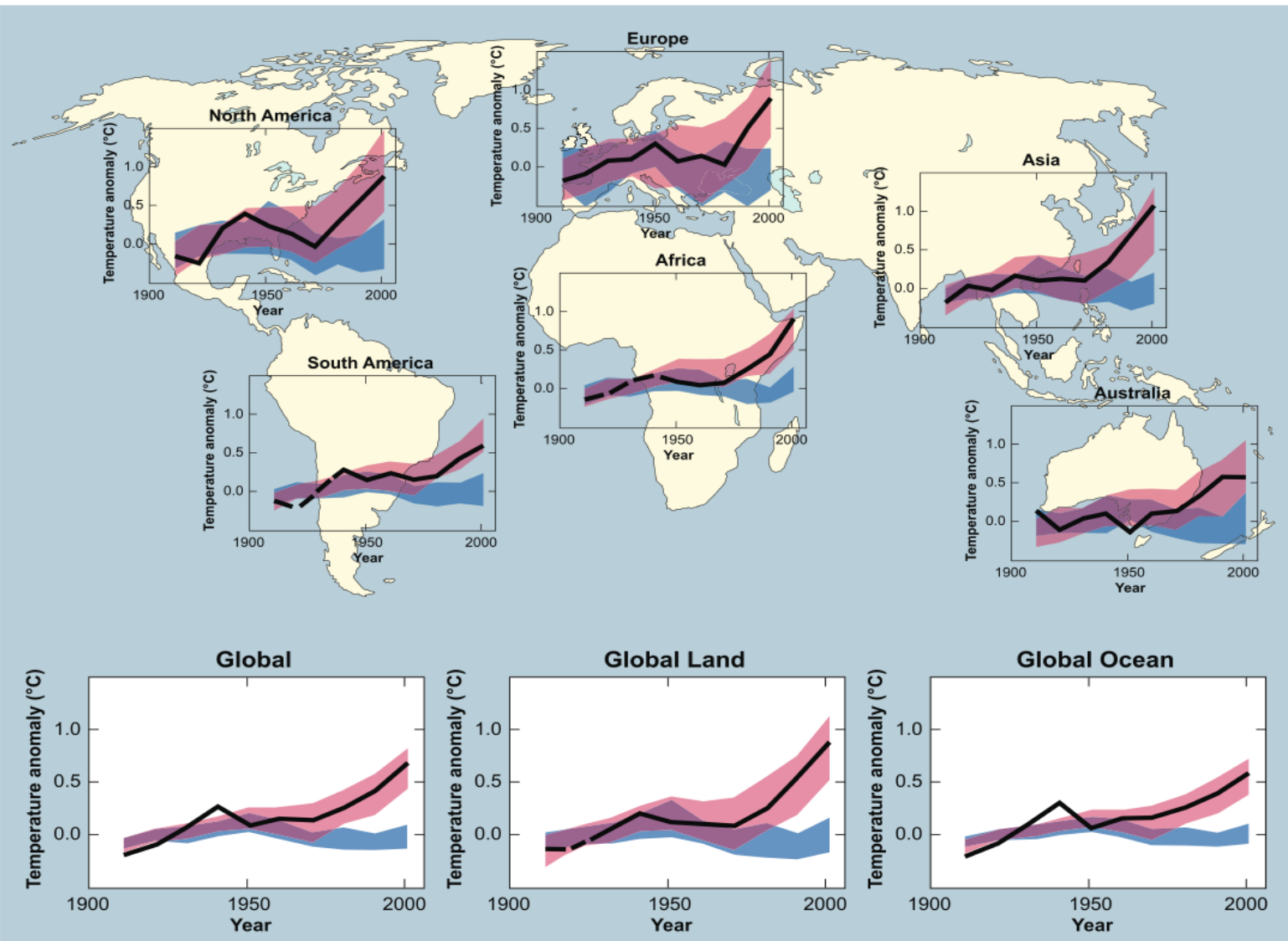
- Τα τελευταία 100 χρόνια ο πληθυσμός της Γης τετραπλασιάστηκε και έχει ξεπεράσει τα 7 δισεκατομμύρια κατοίκους. Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού έφθασε τον διπλασιασμό ανά 40 χρόνια.
- Τα τελευταία 100 χρόνια, οι εκπομπές της βιομηχανίας αυξήθηκαν 40 φορές και η χρήση της ενέργειας 16 φορές. Τον 20^ο 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

- 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 απελευθέρωσαμε στην ατμόσφαιρα τόσο διοξείδιο του άνθρακα όσο χρειάστηκε η φύση να απομακρύνει μέσα σε 1 δισεκατομμύριο χρόνια στα πρώτα στάδια της φωτοσύνθεσης.**

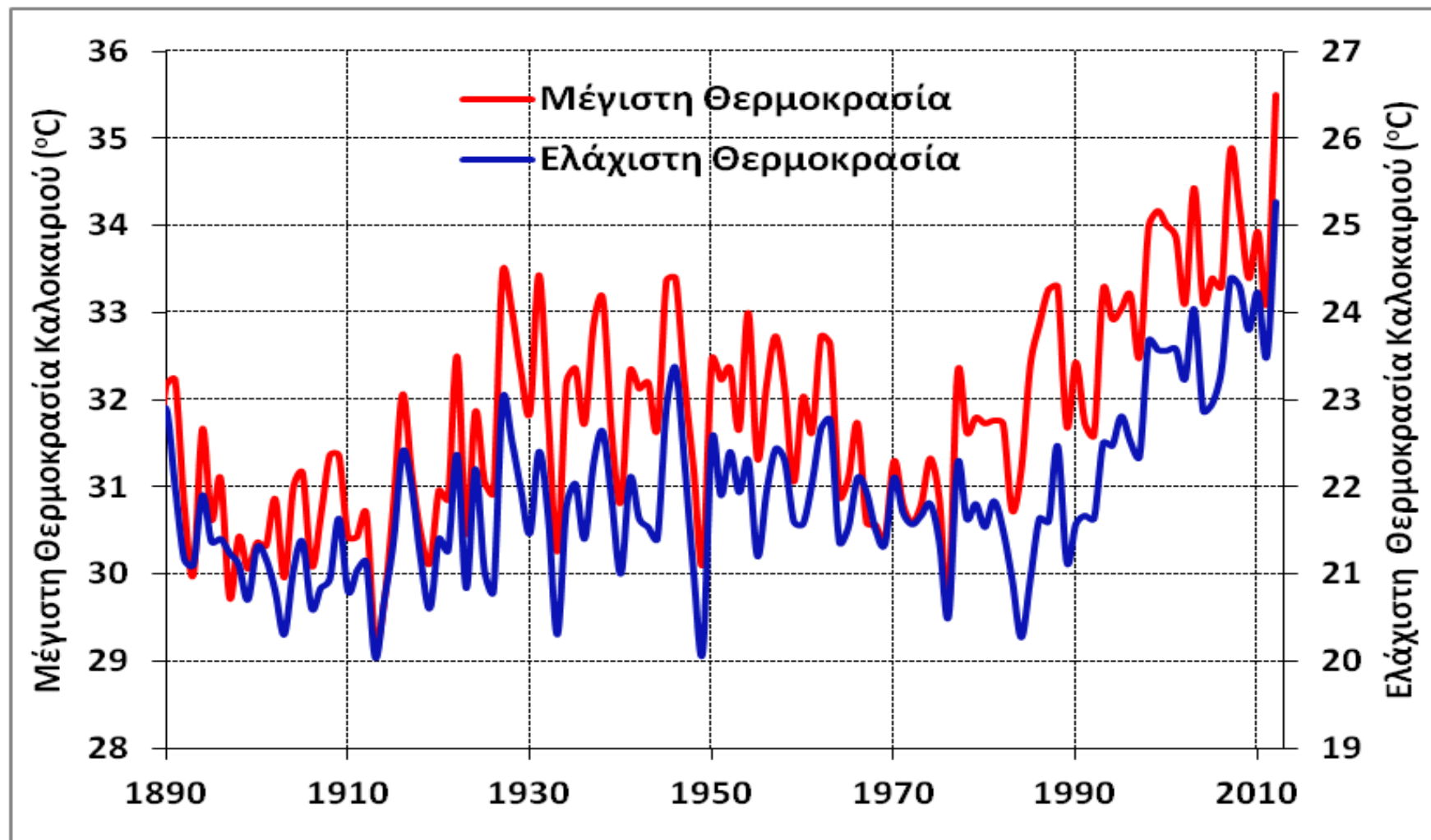
Κλίμα

Εξέλιξη της
Θερμοκρασίας
κατά τον 20^ο
αιώνα και
προσομοίωσή
της από τα
κλιματικά
μοντέλα

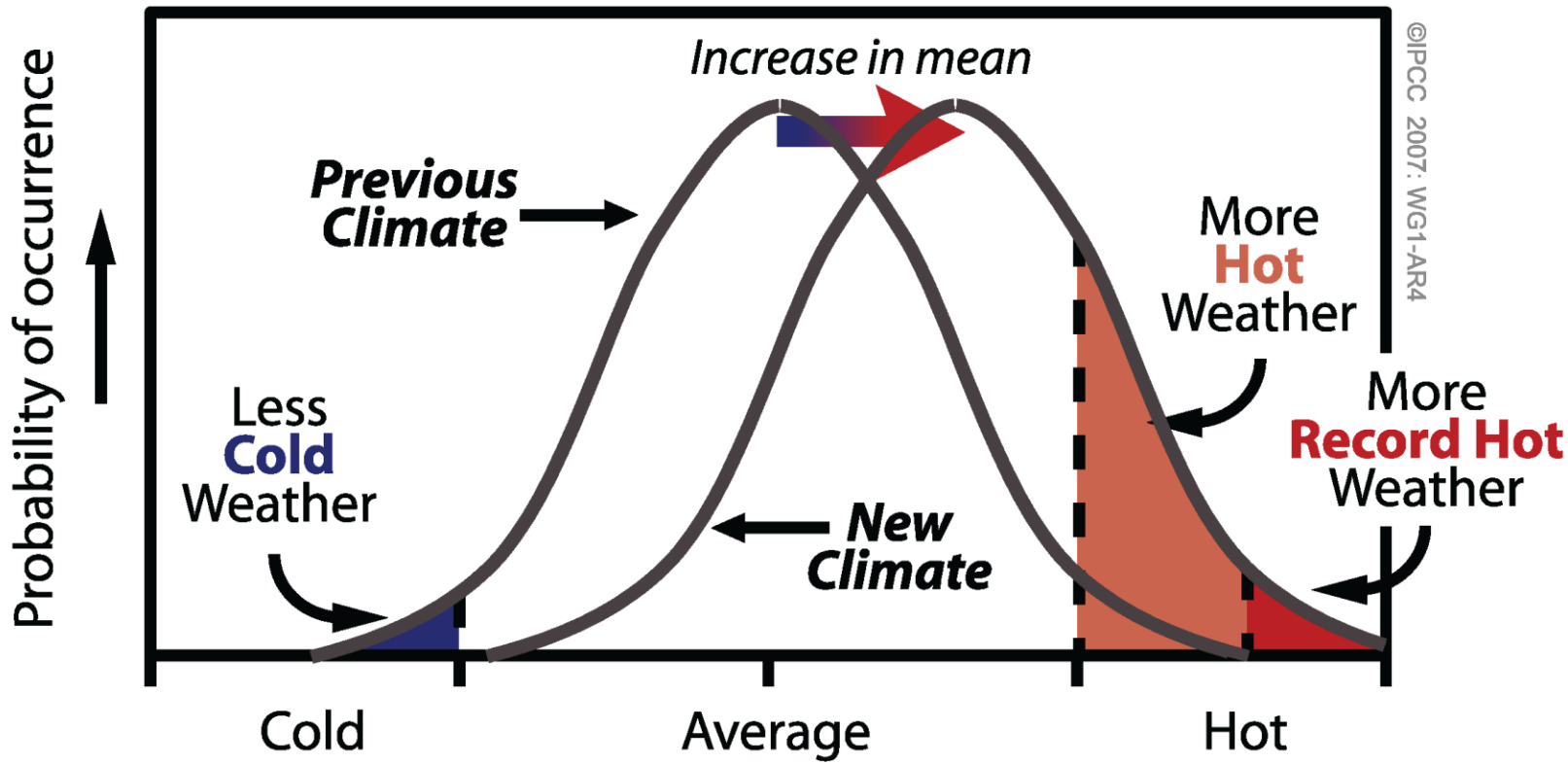


Κλίμα

Μεταβολές της μέγιστης και της ελάχιστης θερμοκρασίας θέρους στον σταθμό του Ε.Α.Α.

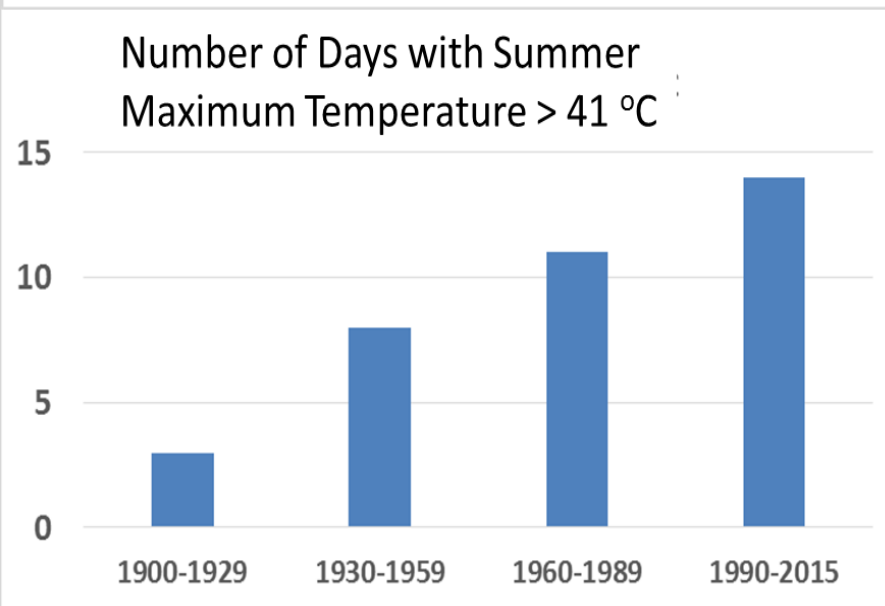
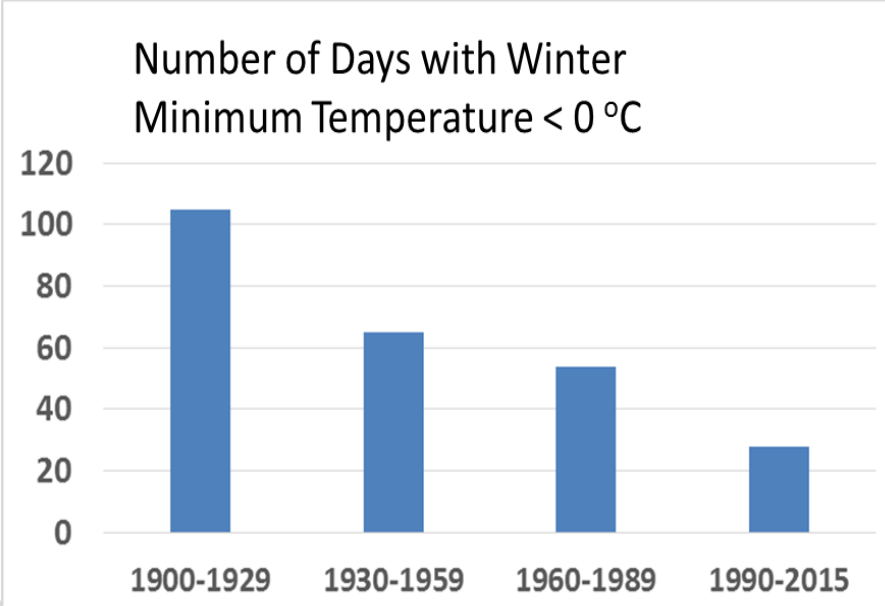
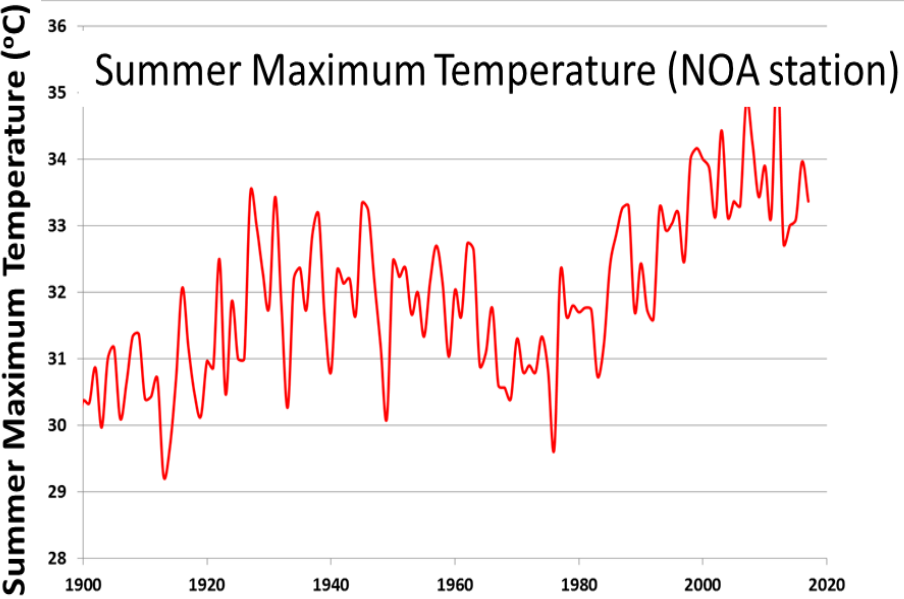
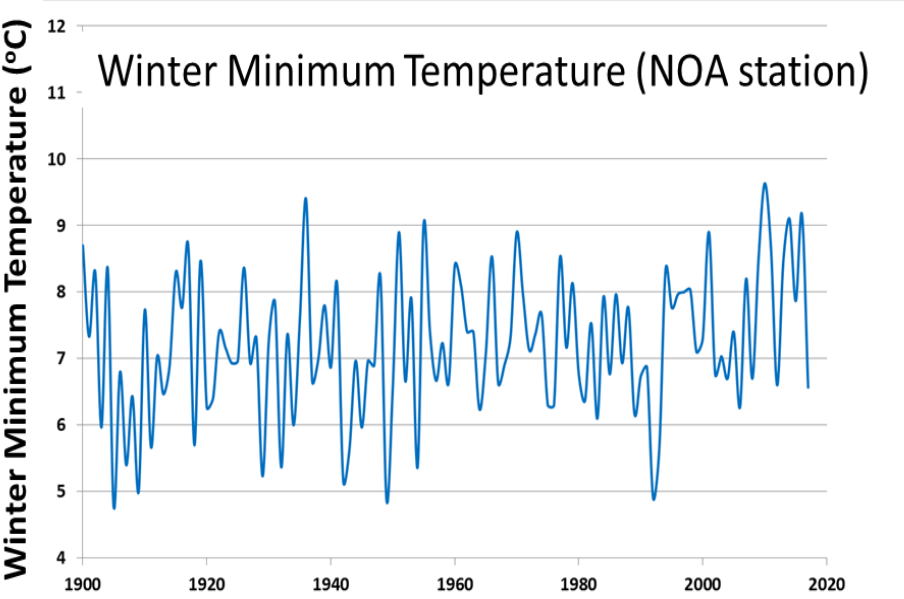


Από Δ. Φουντά



©IPCC 2007: WG1-AR4

Μεταβολές των ακραίων τιμών της θερμοκρασίας στην Αθήνα τα τελευταία 100 χρόνια

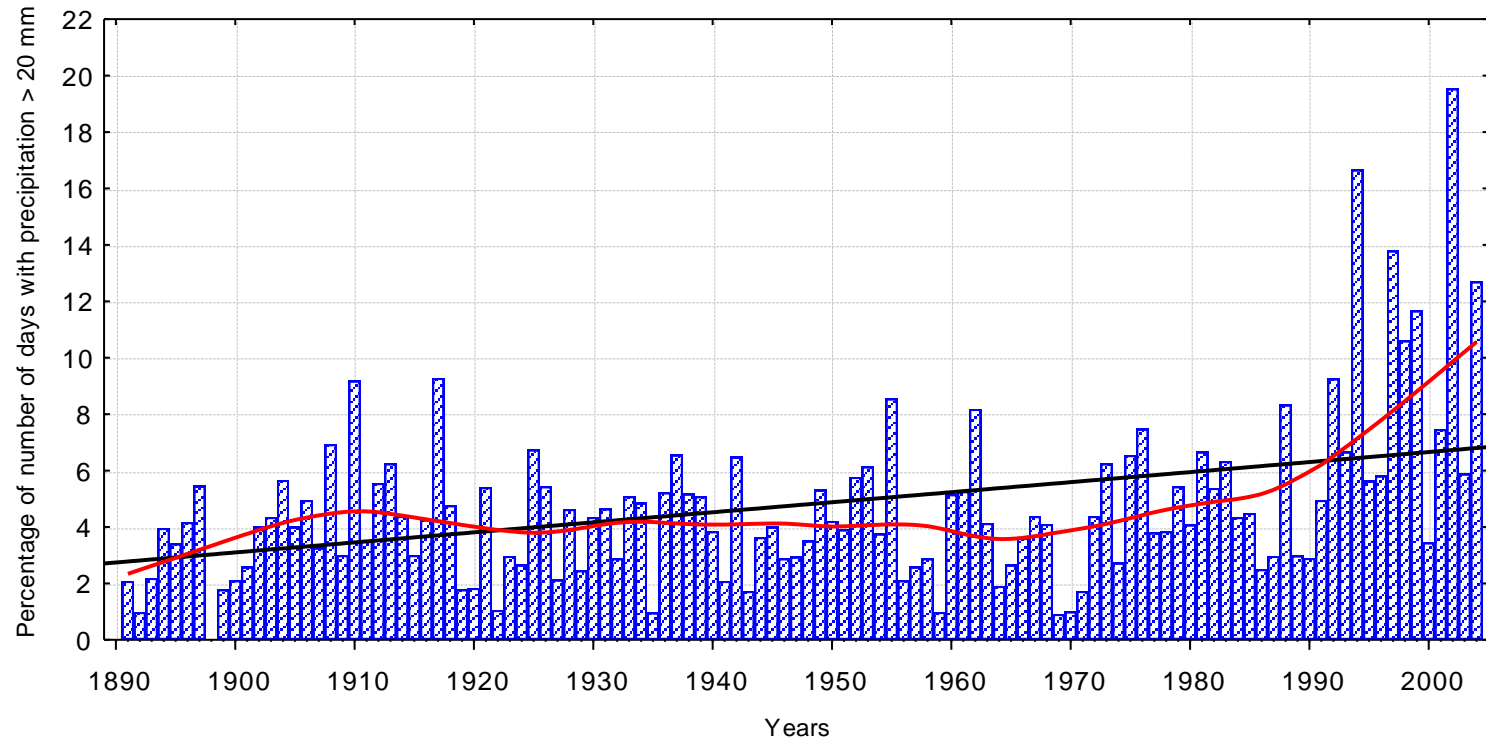


Ζερεφός και Καψωμενάκης, 2019

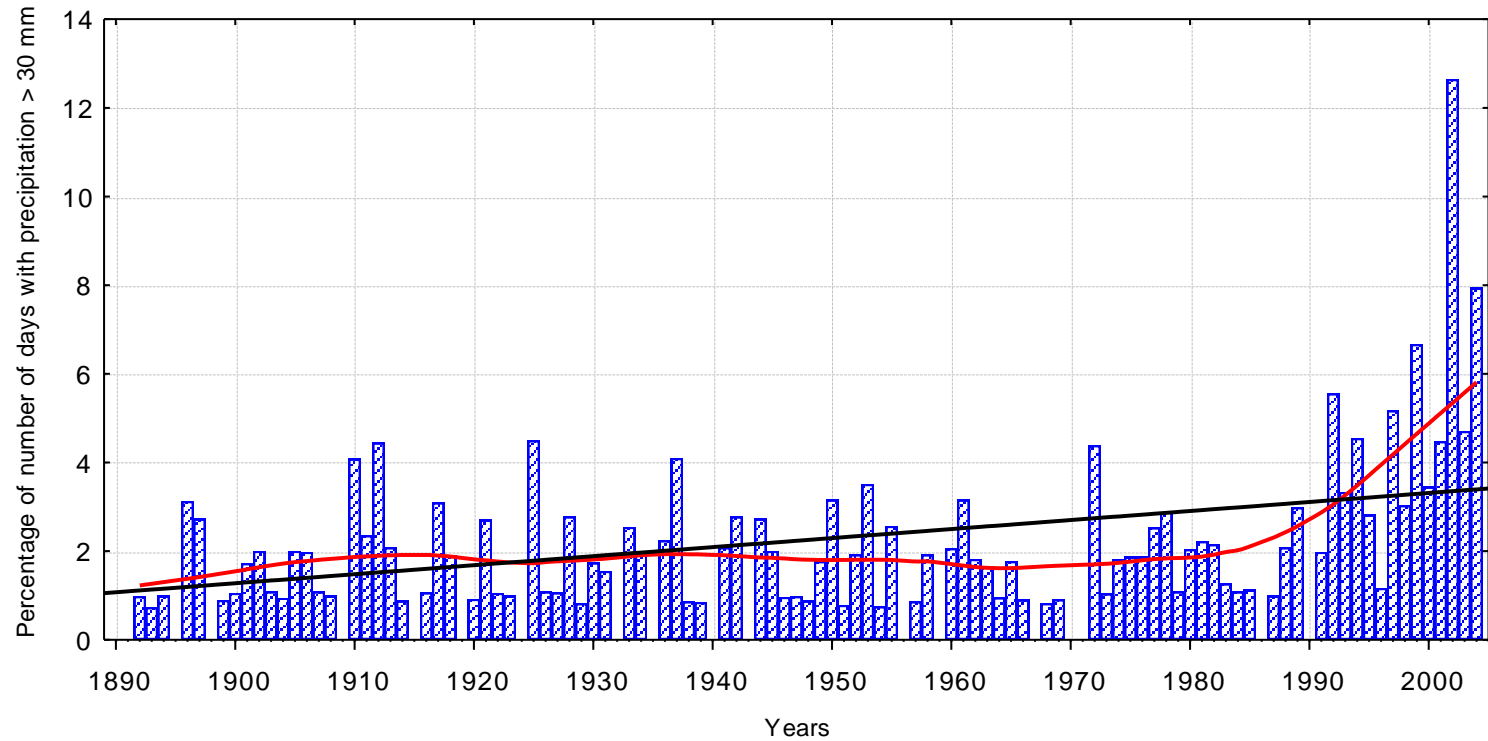
Πλημμύρες



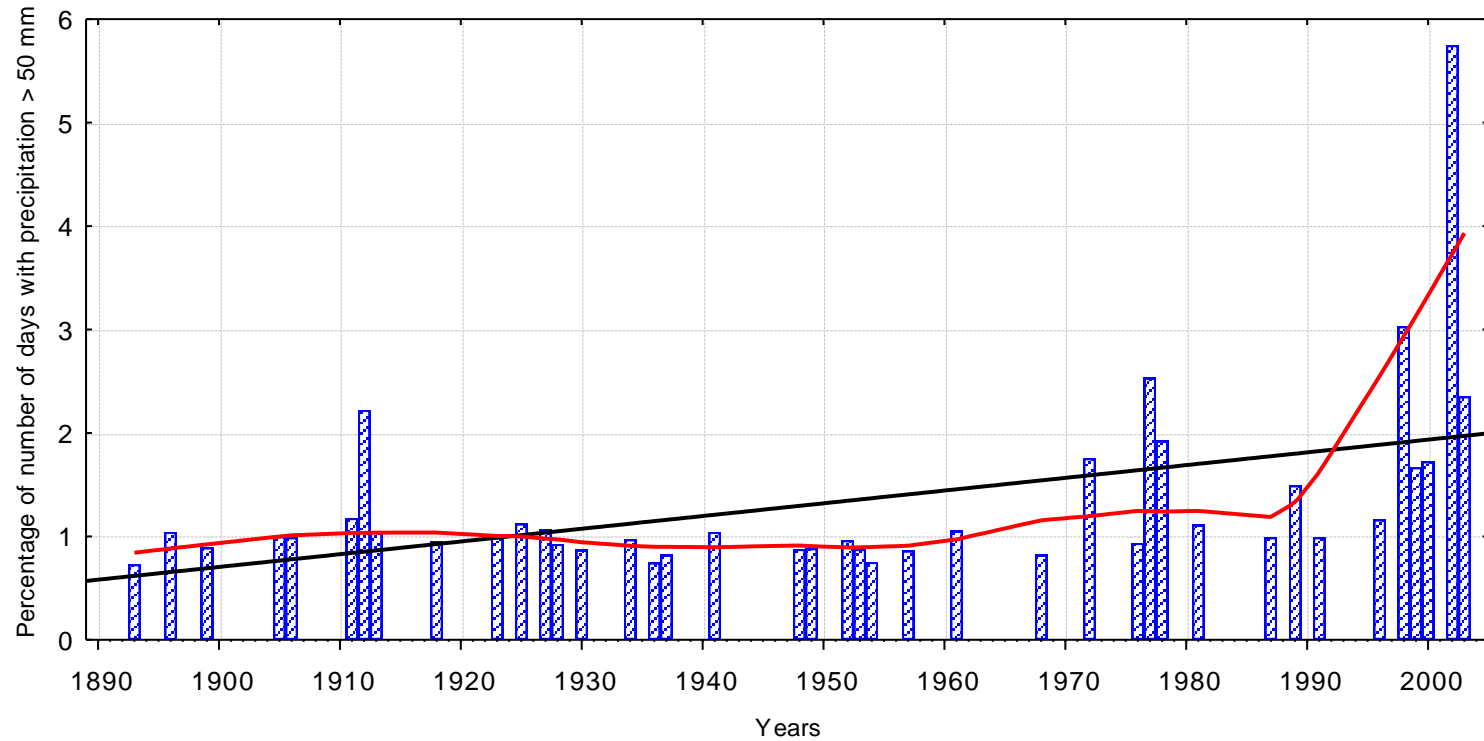
Percentage of rain days with rain more than 20 mm from 1891 to 2004 over Athens (NOA)



Percentage of rain days with rain more than 30 mm from 1891 to 2004 over Athens (NOA)

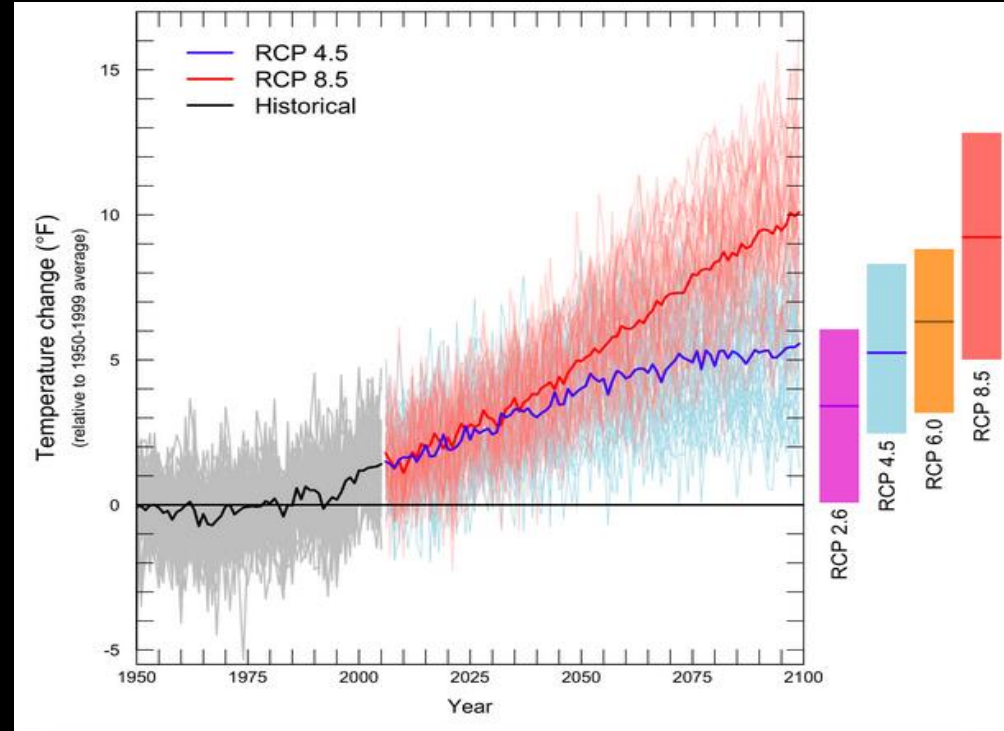
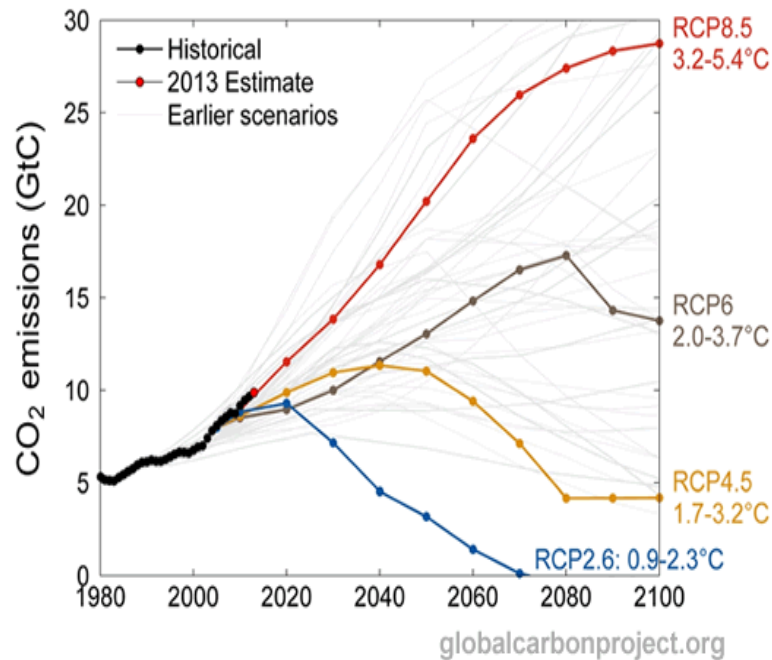


Percentage of rain days with rain more than 50 mm from 1891 to 2004 over Athens (NOA)



Climate warming from two CO₂ emission scenarios

Observed Emissions and Future Scenarios

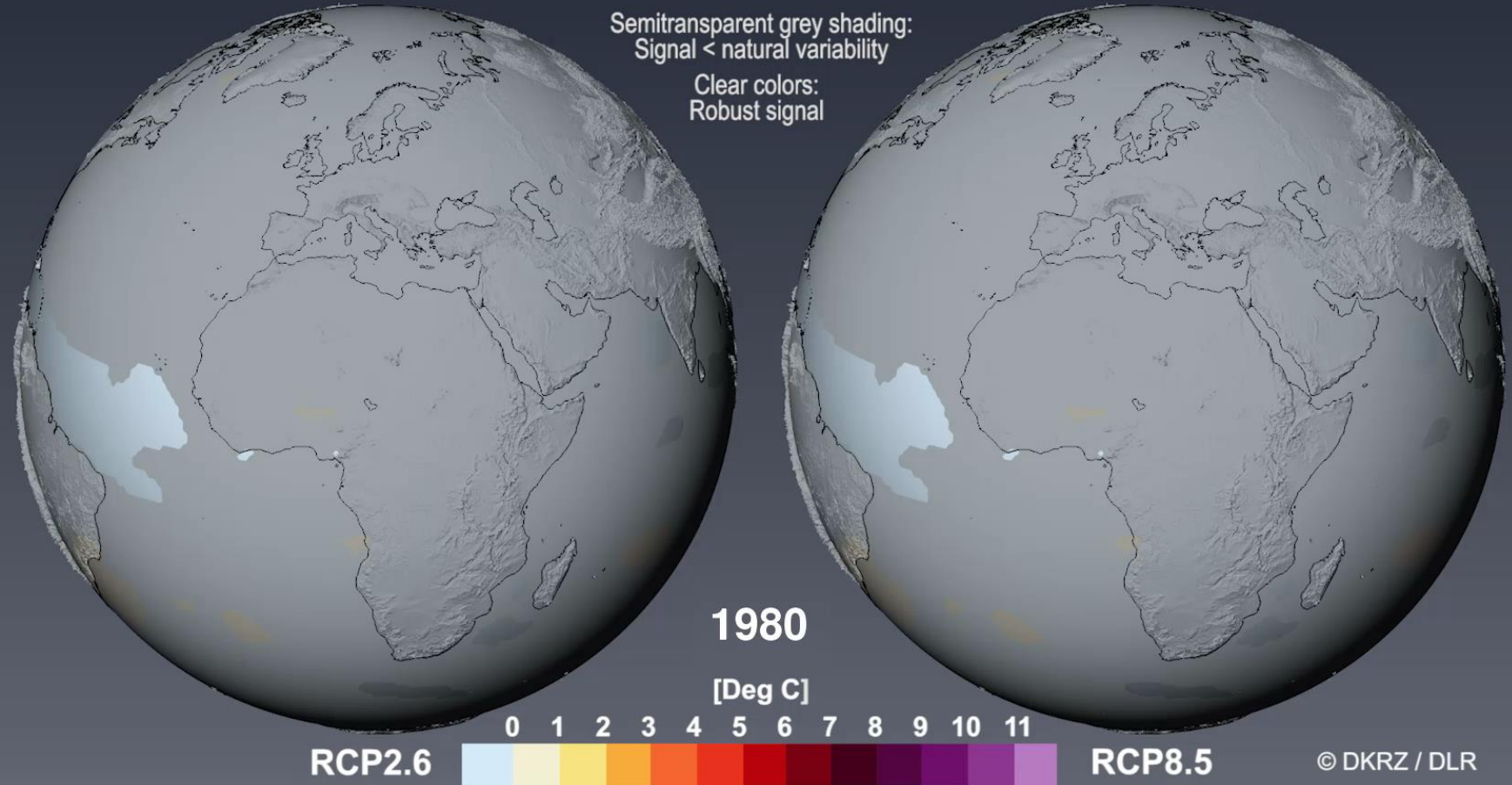


BINTEO

CMIP5 Multi Model Ensemble: 2m Temperature Anomaly relative to 1986-2005

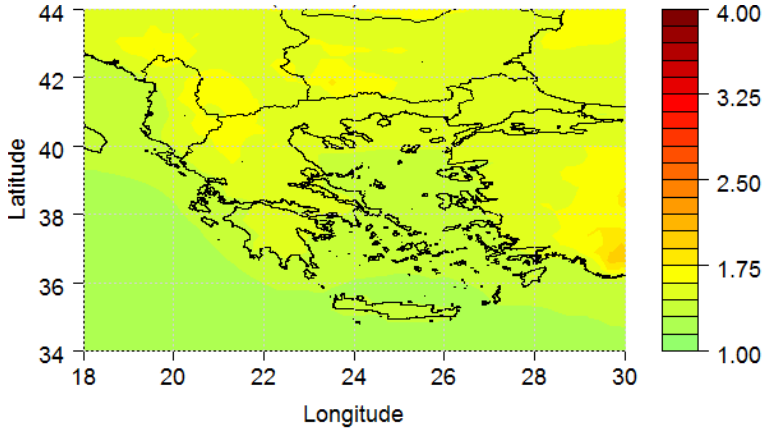
Semitransparent grey shading:
Signal < natural variability

Clear colors:
Robust signal

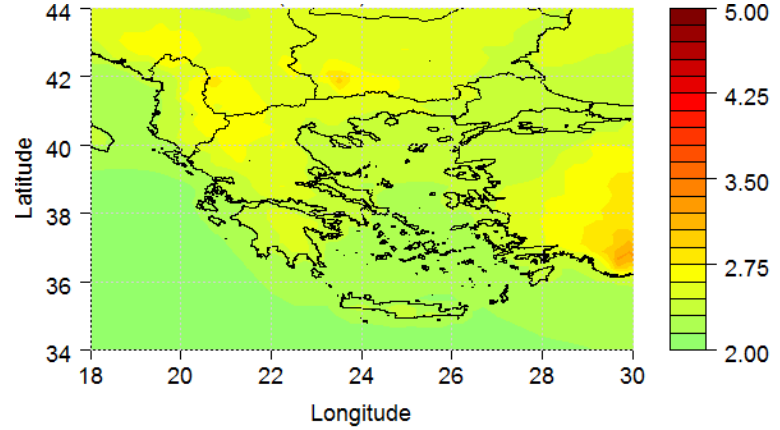


Εκτίμηση των μεταβολών της Μέσης Θερμοκρασίας του αέρα (°C) κατά τον 21^ο αιώνα (12 CORDEX RCM Ensemble Mean)

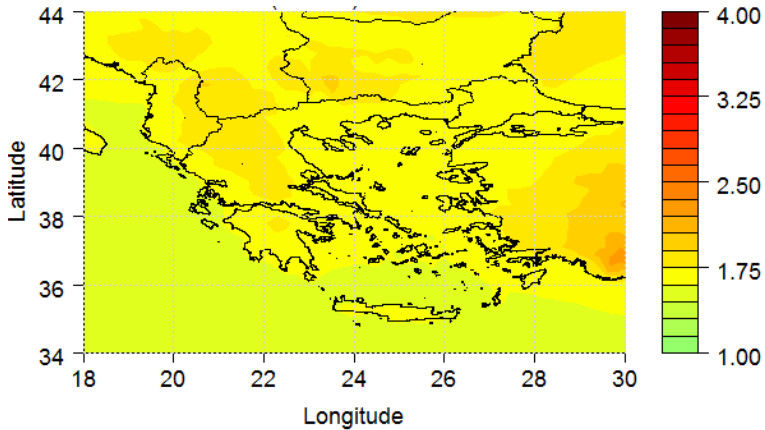
Changes between 2021-2050 and 1971-2000
(RCP45)



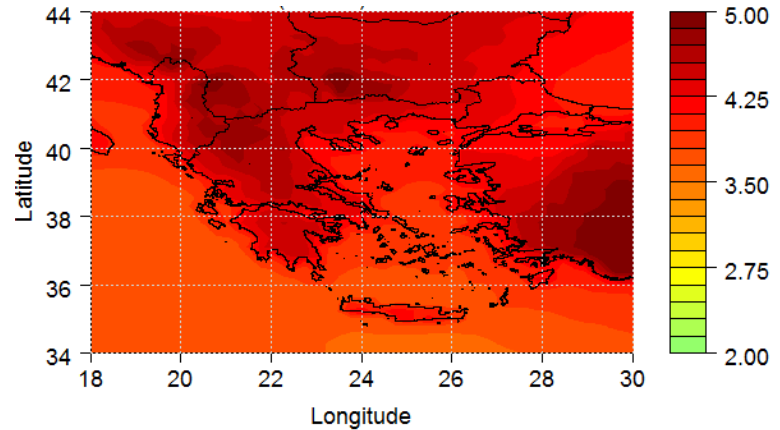
Changes between 2100-2050 and 1971-2000
(RCP45)



Changes between 2021-2050 and 1971-2000
(RCP85)

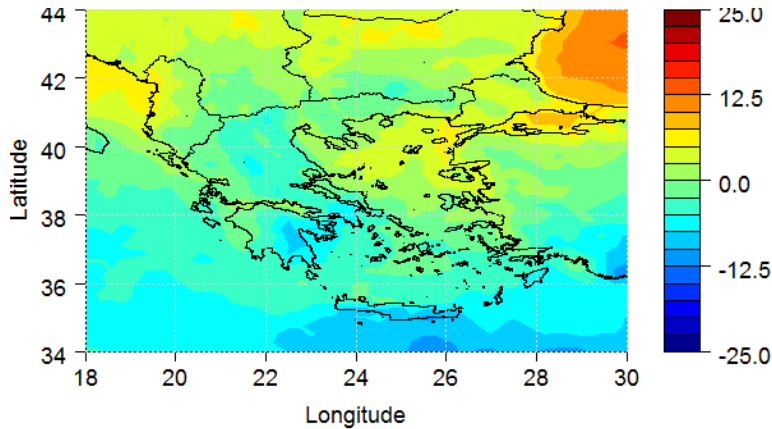


Changes between 2100-2050 and 1971-2000
(RCP85)

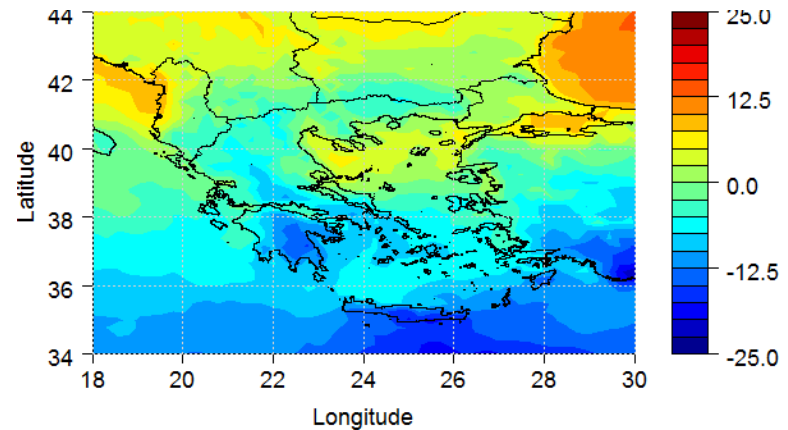


Εκτίμηση των μεταβολών της βροχόπτωσης (%) κατά τον 21^ο αιώνα (12 CORDEX RCM Ensemble Mean)

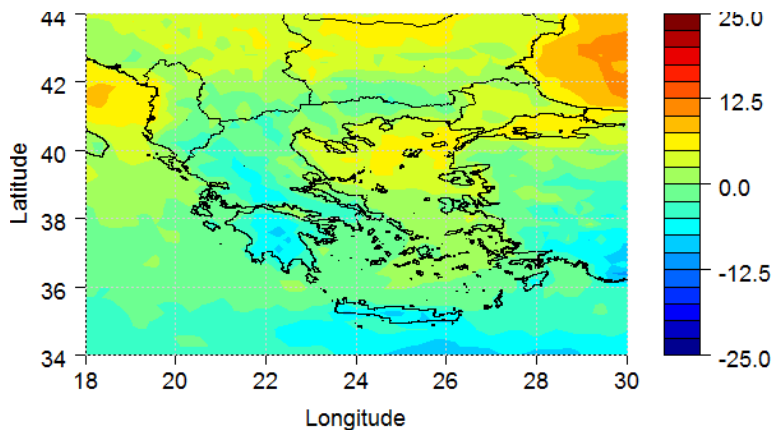
Changes between 2021-2050 and 1971-2000
(RCP45)



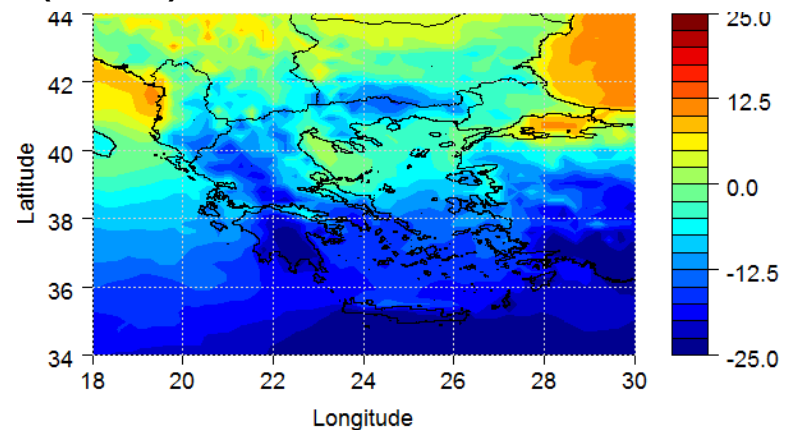
Changes between 2100-2050 and 1971-2000
(RCP45)



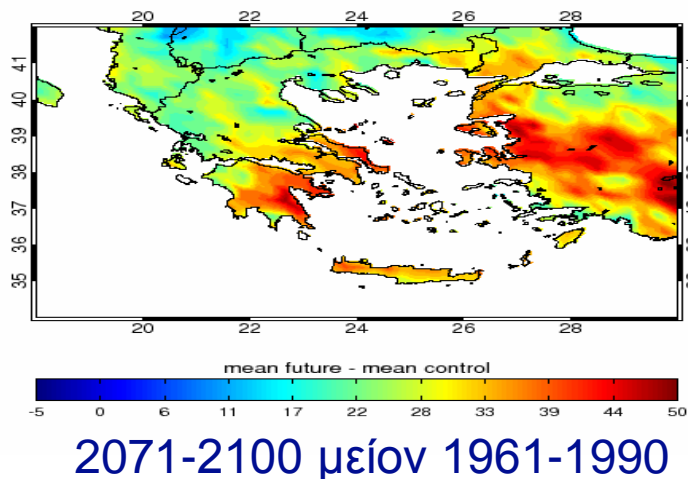
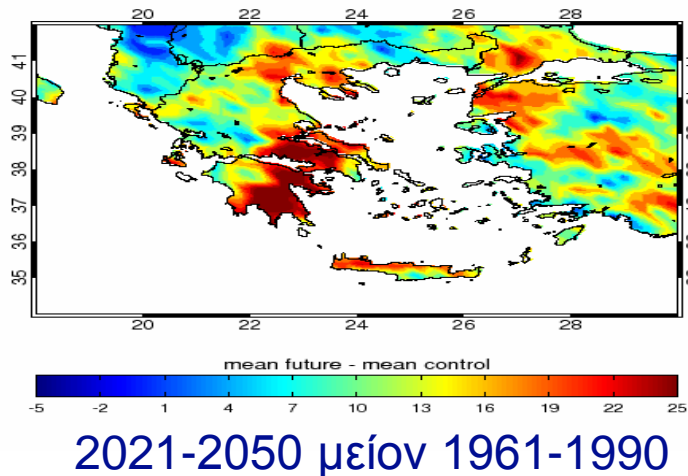
Changes between 2021-2050 and 1971-2000
(RCP85)



Changes between 2100-2050 and 1971-2000
(RCP85)



Μέγιστη διάρκεια ξηρής περιόδου



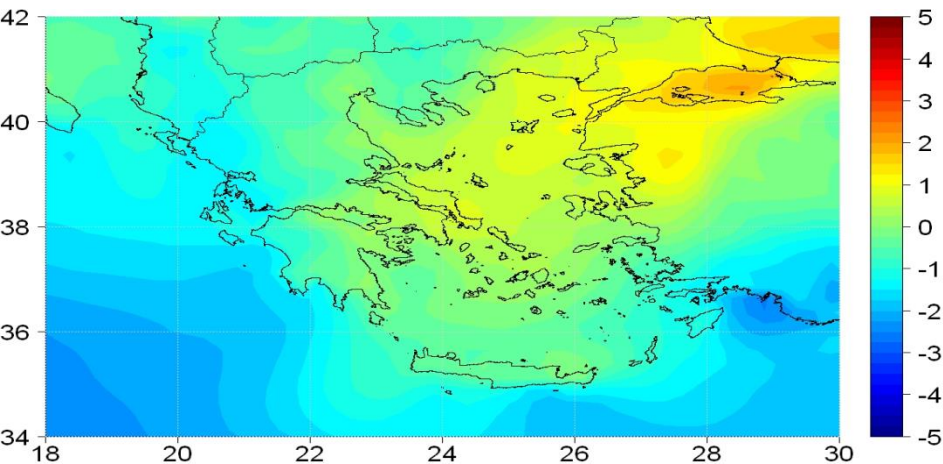
Αύξηση της μέγιστης διάρκειας ξηρής περιόδου στα Ανατολικά Ηπειρωτικά και τη Βόρεια Κρήτη

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

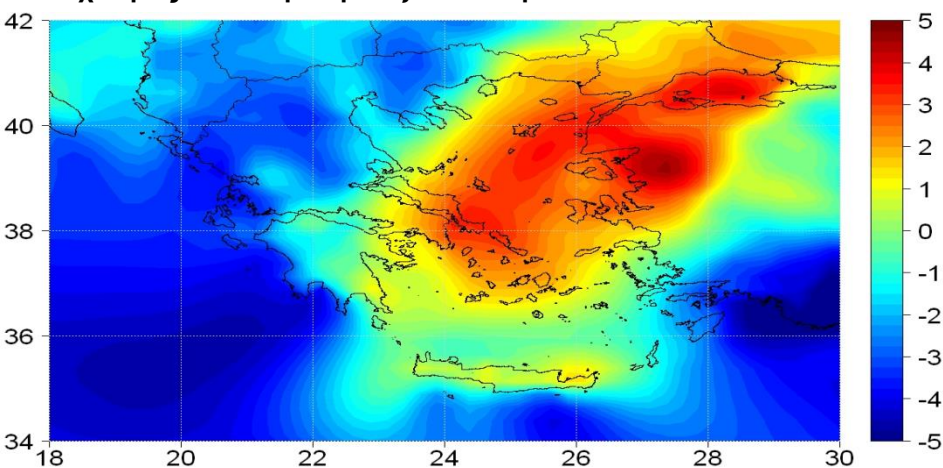
Μικρότερες αυξήσεις στη Δυτική και Βόρεια Ελλάδα μέχρι και 20 ημέρες το 2071-2100

Ταχύτητα ανέμου

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

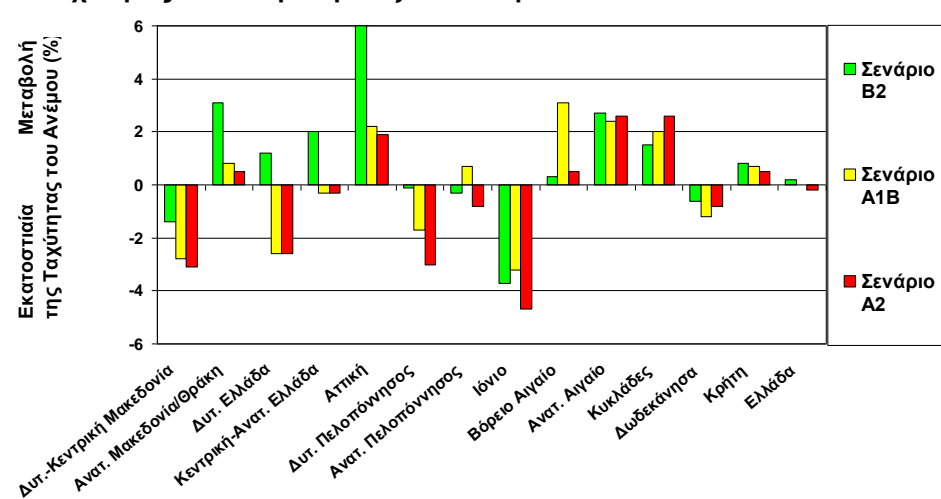


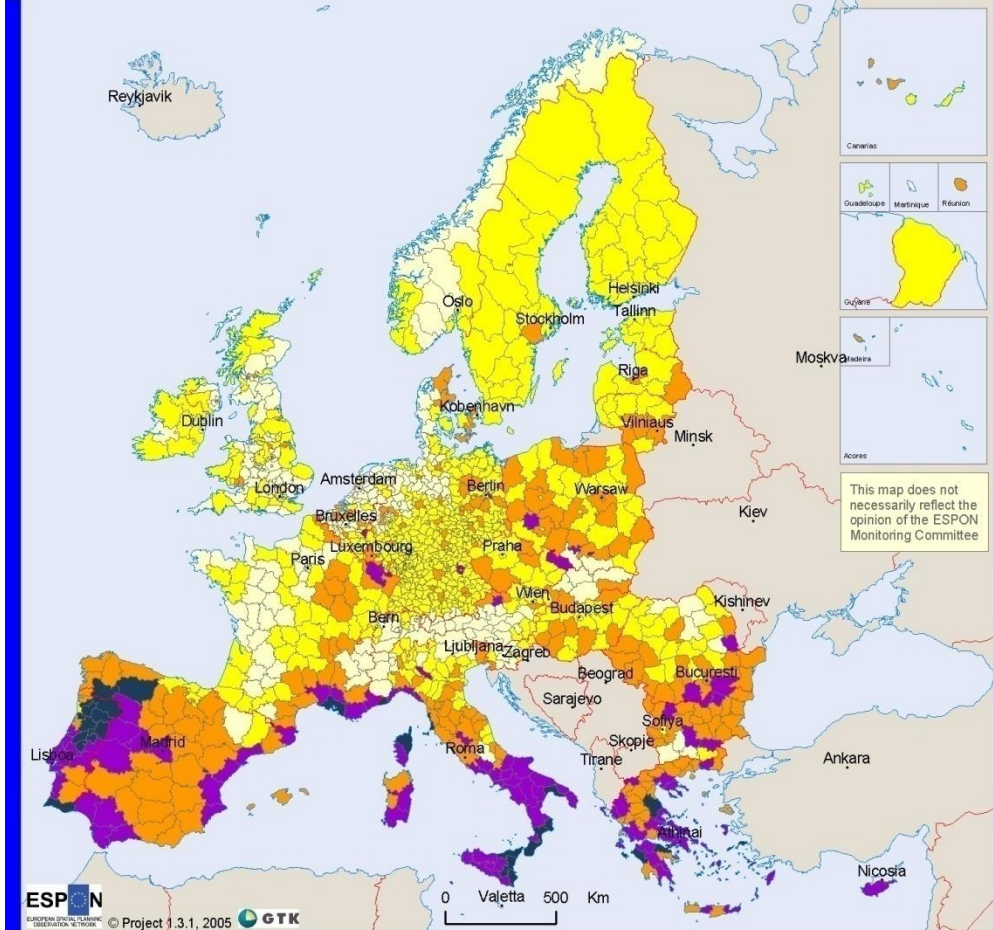
Σενάριο A1B: Εκατοστιαία Μεταβολή της Μέσης Ετήσιας τιμής της Ταχύτητας του Ανέμου μεταξύ των περιόδων 2071-2100 και 1961-1990



- Η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας του ανέμου στην επικράτεια δεν θα μεταβληθεί κατά των 21^ο 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





Κατανομή των δασικών πυρκαγιών στην Ευρώπη (1997-2003)

Forest fire hazard



Origin of the data: © EuroGeographics Association for the administrative boundaries
 Number of fires 1997-2003: ATSR World Fire Atlas European Space Agency - ESA/ESRIN
 Biogeographic regions: EEA
 Source: ESPON Data Base

The classification of the forest fire hazard is based on a combination of the numbers of observed fires per 1000 sq. km 1997-2003 (ATSR) and the map of biogeographic regions in Europe (EEA).

The number of observed fires per 1000 sq. km 1997-2003:

- 1 = No fires
- 2 = <1 fires
- 3 = 1-5 fires
- 4 = 5-10 fires
- 5 = >10 fires

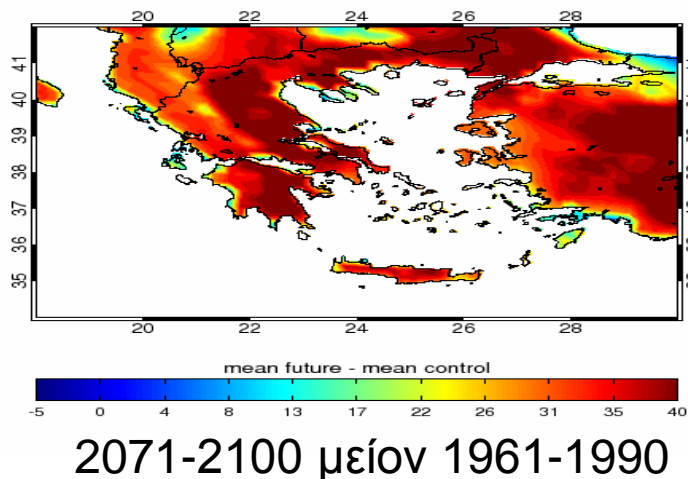
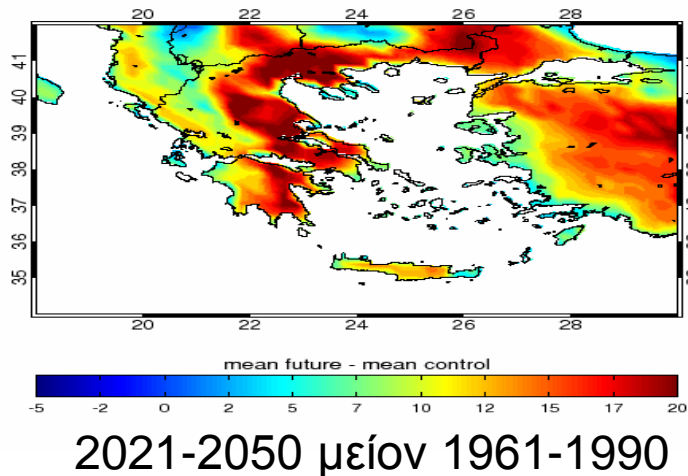
Biogeographic regions:

- 1 = Alpine and Arctic
- 2 = Atlantic
- 3 = Boreal
- 4 = Continental, Black sea, Pannonian and Steppic
- 5 = Mediterranean

Παράδειγμα δορυφορικών καταγραφών των μεγάλων πυρκαγιών στην Ελλάδα το καλοκαίρι του 2007 (Φωτόμετρο MODIS στον δορυφόρο AURA)



Αριθμός ημερών με εξαιρετικά αυξημένο κίνδυνο πυρκαγιάς

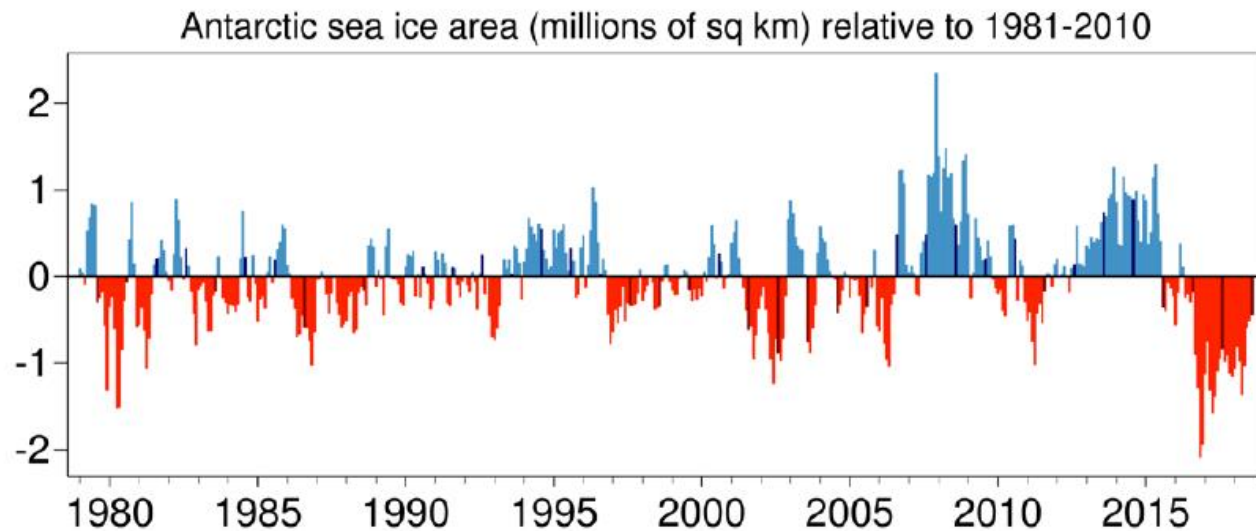
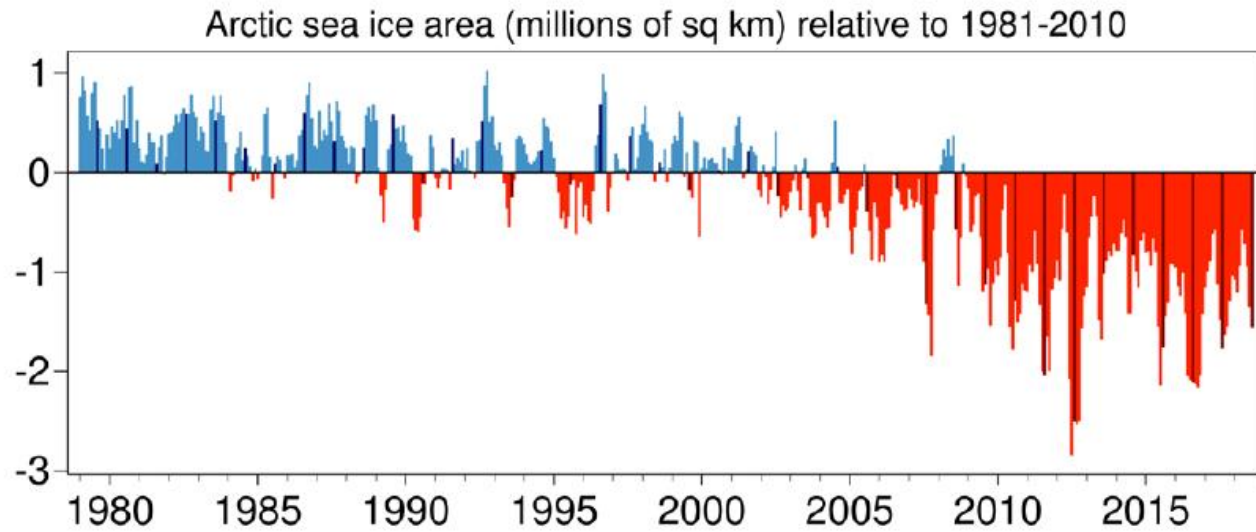


Αύξηση του αριθμού των ημερών με εξαιρετικά αυξημένο κίνδυνο για πυρκαγιά στην Ανατολική Ελλάδα

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

Μικρότερες αυξήσεις στη Δυτική Ελλάδα λόγω του υγρότερου κλίματος

Arctic and Antarctic sea ice area 1978-2017



WMO



Copernicus
Better views on Earth

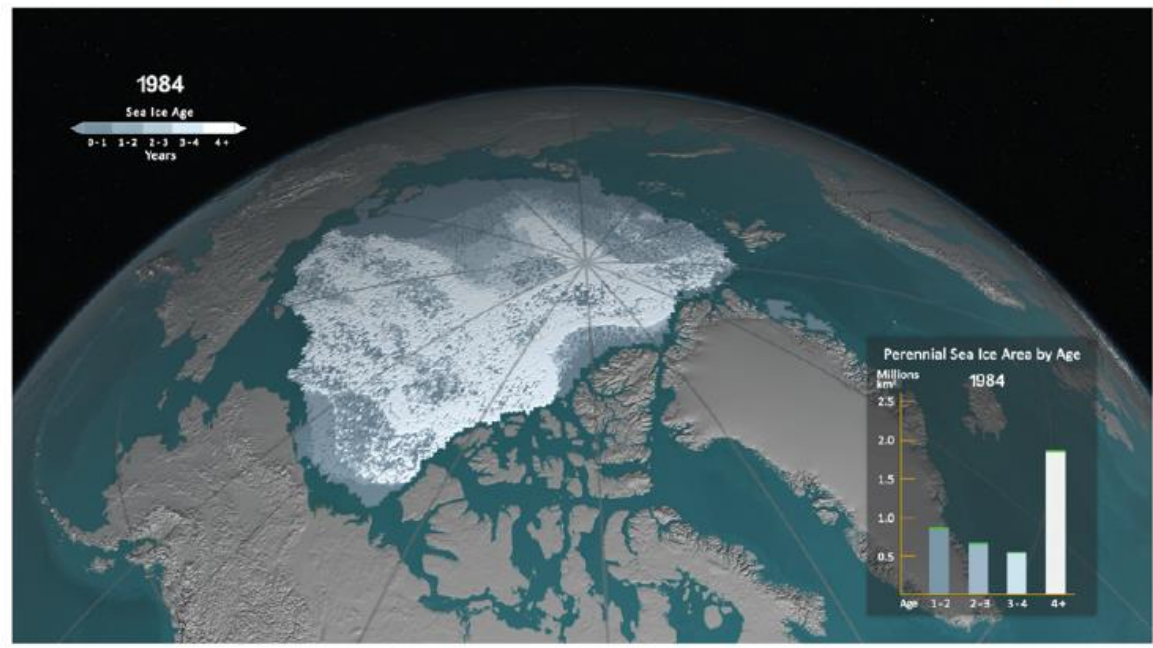
Climate
Change Service
climate.ecmwf.eu

OPERATED BY
ECMWF

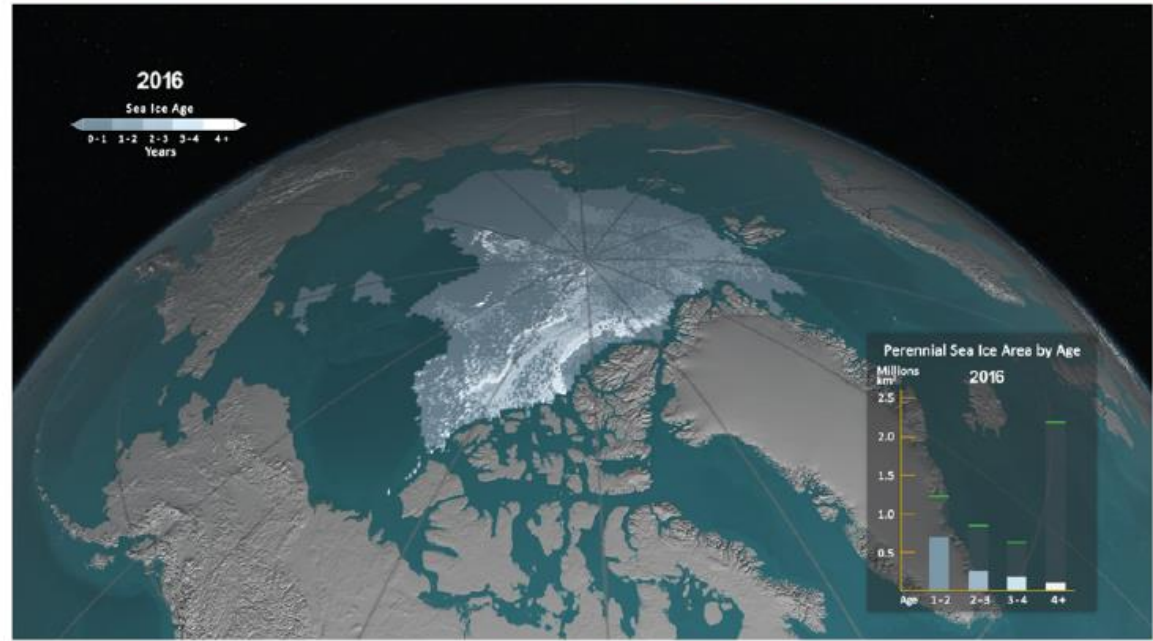
Largest changes in the Arctic=>Global weather impact

Multi-year ice

1984

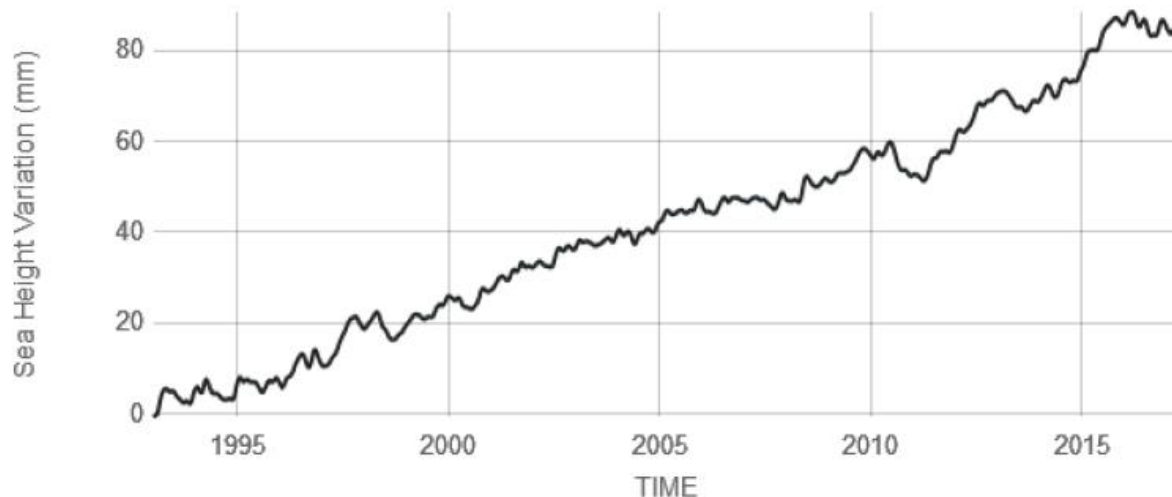


2016

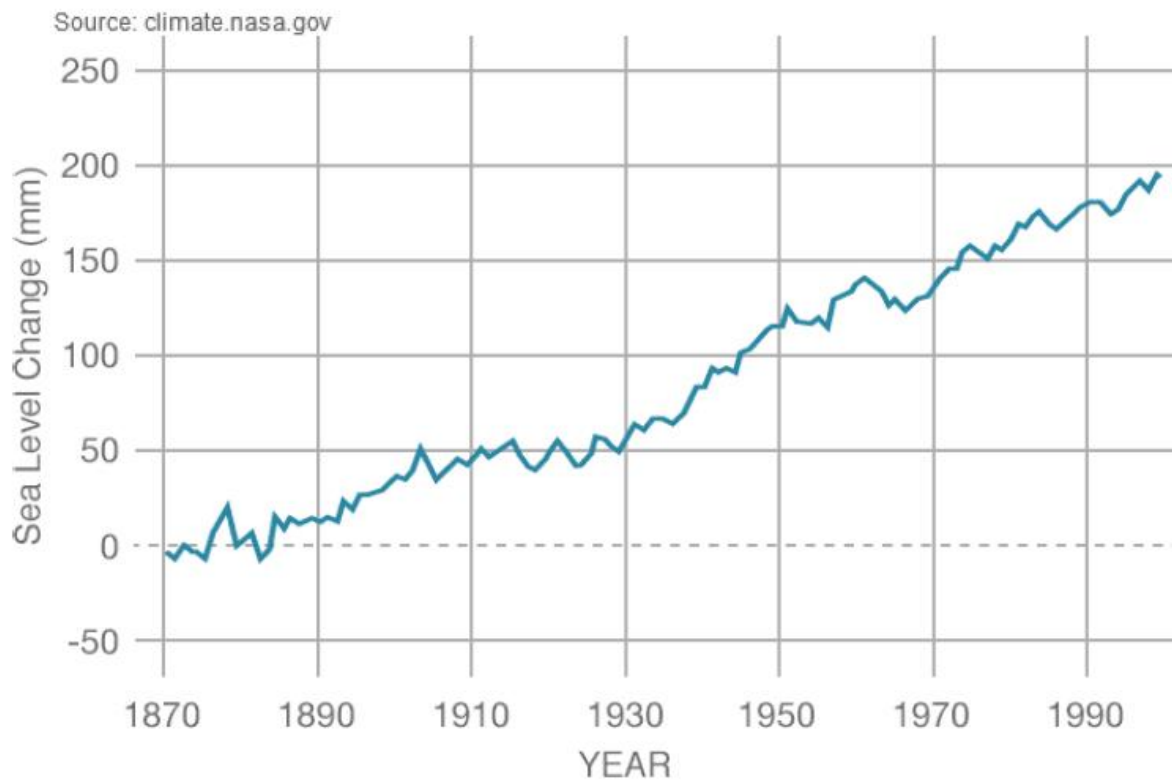


Global sea level rise: + 26 cm 1870-2017

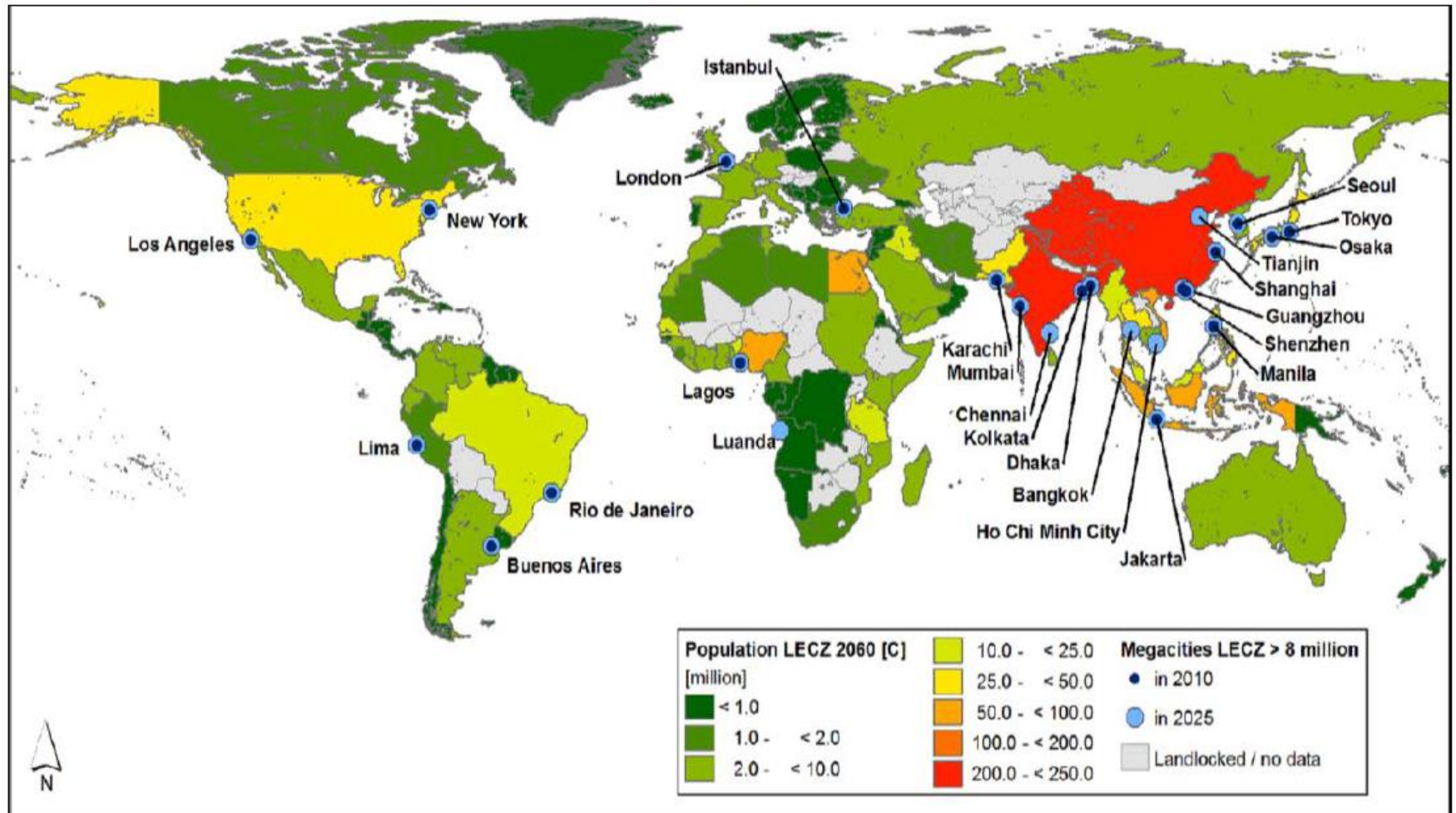
NASA-EUMETSAT
Satellites
(1993-present)



Tide gauges
(1870-2000)



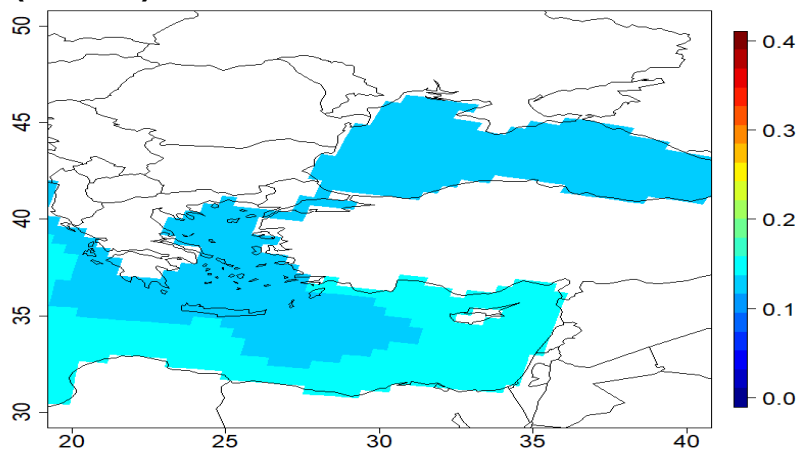
Population in low elevation coastal zones 2060 projections



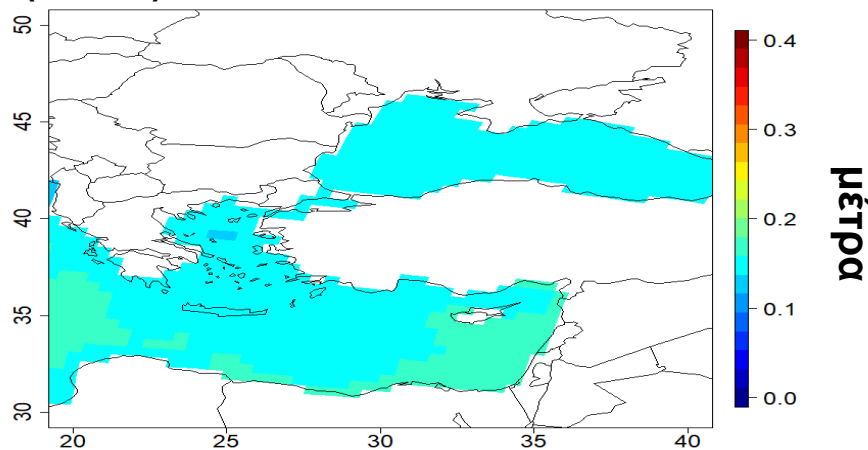
Source: Neumann, Vafeidis, Zimmermann, Nicholls 2015

Εκτίμηση των μεταβολών της στάθμης της θάλασσας στην ανατολική Μεσόγειο κατά τον 21^ο αιώνα

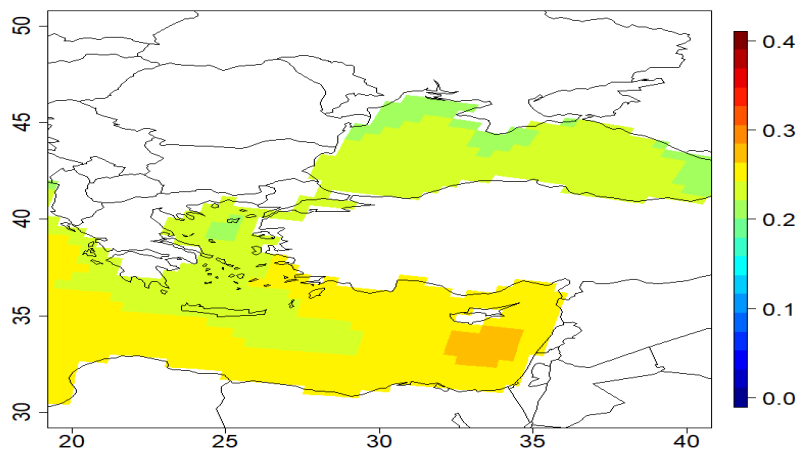
Changes between 2021-2050 and 1971-2000 (RCP45)



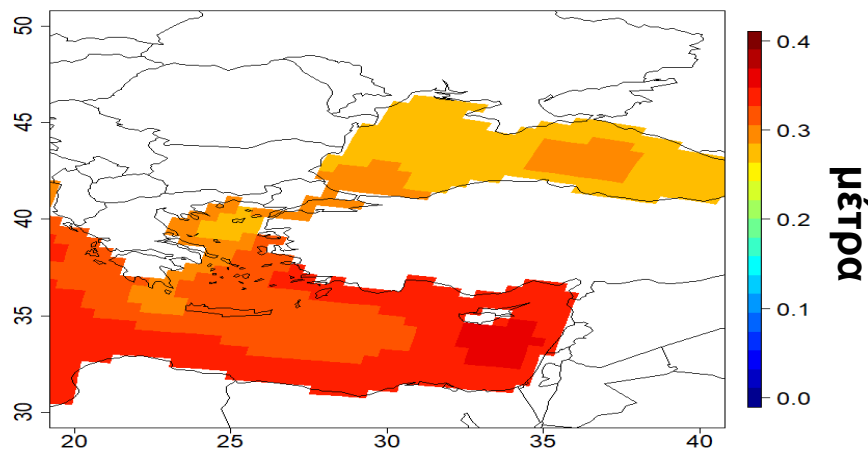
Changes between 2100-2050 and 1971-2000 (RCP45)



Changes between 2021-2050 and 1971-2000 (RCP85)



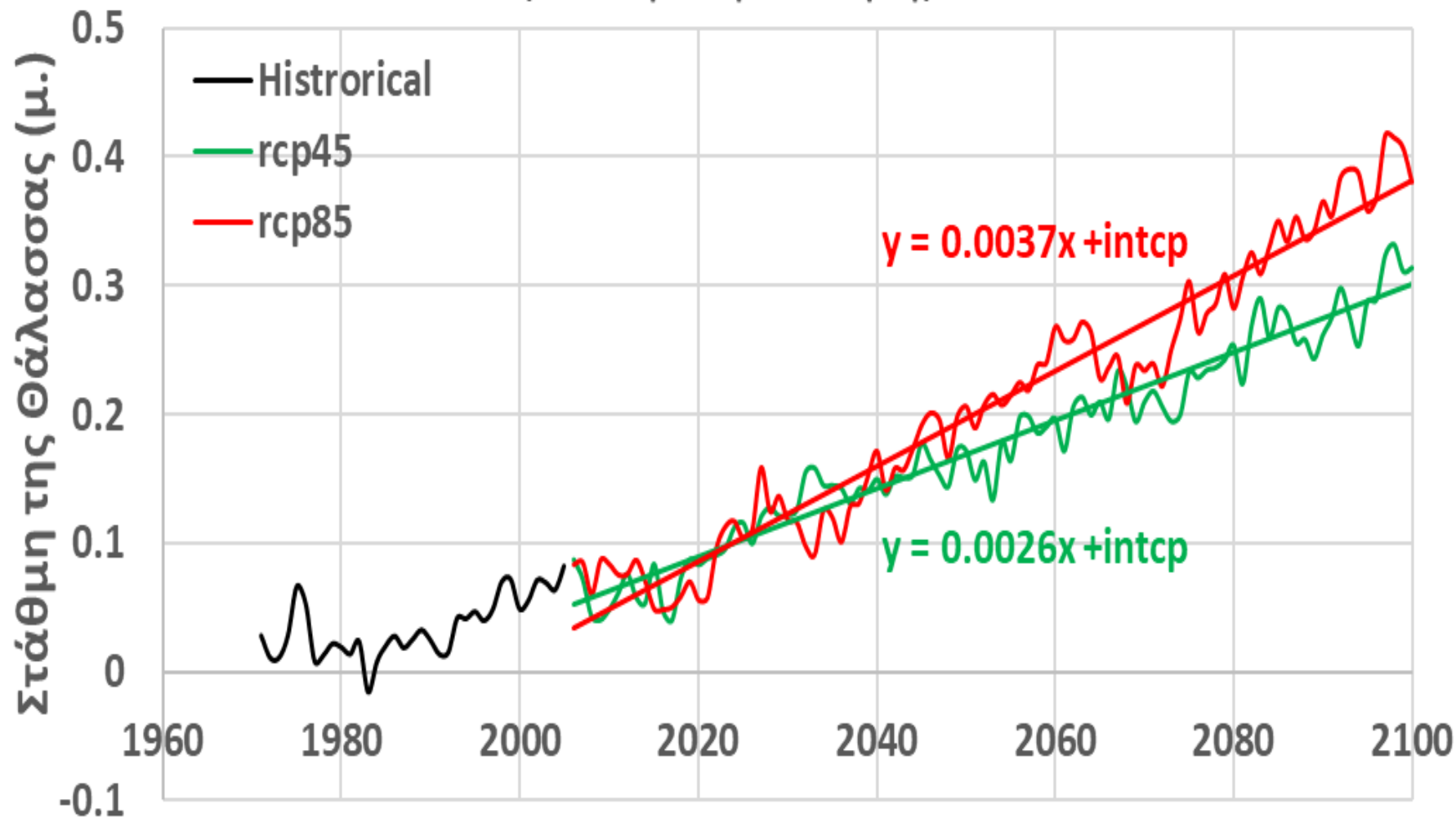
Changes between 2100-2050 and 1971-2000 (RCP85)



μέτρα

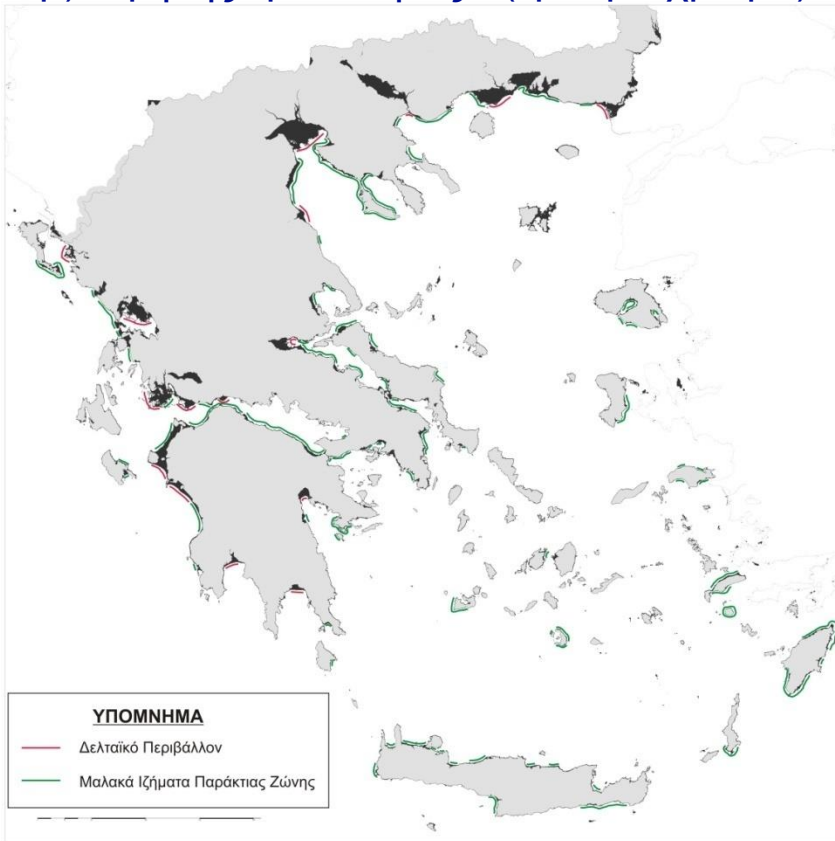
μέτρα

Στάθμη της Θάλασσας στις ακτογραμμές της Αττικής (Μέση ετήσια τιμή)

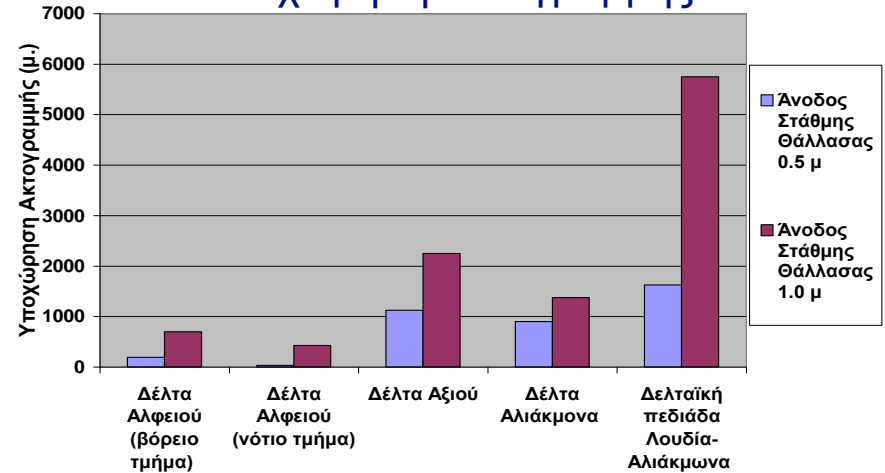


Μεταβολές στην Παράκτια Ζώνη εξ αιτίας της Ανόδου της στάθμης της Θάλασσας

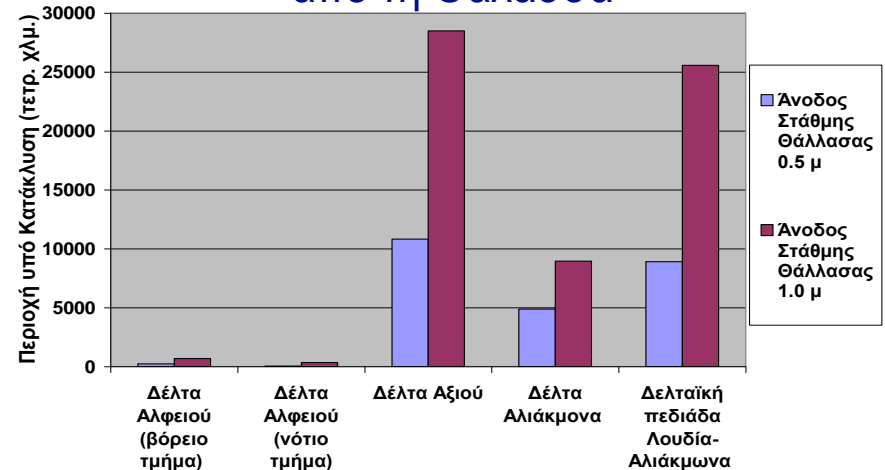
Χάρτης με τις παράκτιες περιοχές
α) Μέτριας τρωτότητας (πράσινο χρώμα)
β) Υψηλής τρωτότητας (ερυθρό χρώμα)



Υποχώρηση Ακτογραμμής

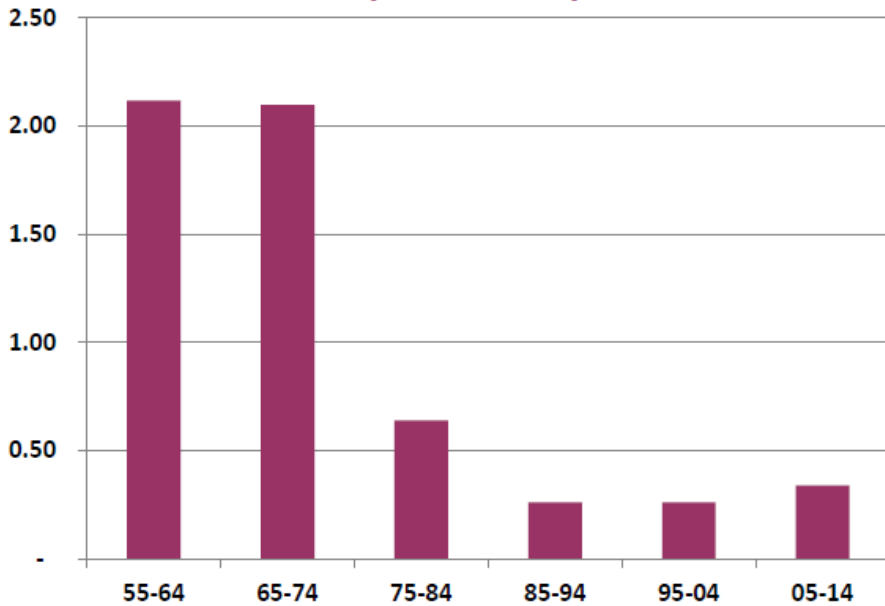


Επιφάνεια που θα κατακλυστεί από τη Θάλασσα

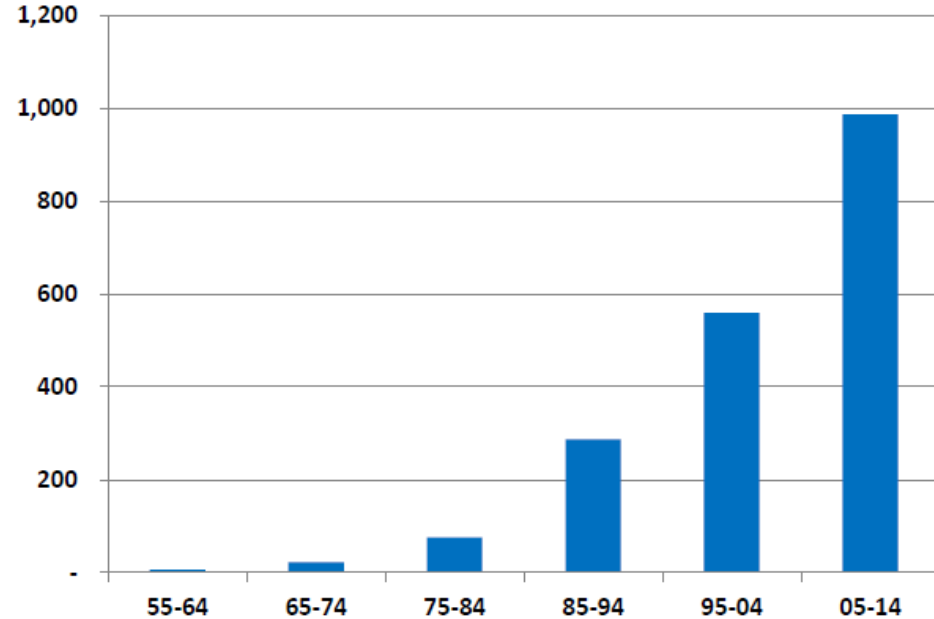


Impacts of hydrometeorological and climatological hazards (1955–2014)

Human losses by decade (millions)



Economic losses by decade (billions of US\$ adjusted to 2013)



Reduction of the number of victims thanks to greater effectiveness of early warning systems and prevention measures

Συμπερασματικά: οι μεταβολές που δημιουργήθηκαν από τον άνθρωπο στην Ανθρωπόκαινο συνοψίζονται ως εξής:

- Η μέση παγκόσμια θερμοκρασία αυξήθηκε κατά περίπου 1° Κελσίου από το 1880 (IPCC, 2017). Προβλέπεται αύξηση μεταξύ $1,7^{\circ}$ Κελσίου και $3,2^{\circ}$ Κελσίου (RCP 4,5) / $3,2^{\circ}$ Κελσίου και $5,4^{\circ}$ Κελσίου (RCP 8.5) έως το 2100.
- Η στάθμη της θάλασσας αυξήθηκε κατά περίπου 25 εκατοστά από το 1880 (IPCC, 2017). Προβλέπεται να αυξηθεί μεταξύ 0,3 m και 0,6 m (RCP 4,5) / 0,4 m και 0,8 m (RCP 8.5) έως το 2100.
- Τα ακραία καιρικά φαινόμενα (όπως: κύματα καύσωνα, πλημμύρες, ξηρασίες, δασικές πυρκαγιές) θα δημιουργήσουν αύξηση της συχνότητας εμφάνισής τους κατά τις επόμενες δεκαετίες