



# Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

Φυσικές, κοινωνικές και οικονομικές  
στον κόσμο και σε συγκεκριμένες περιοχές

# Οι επιπτώσεις

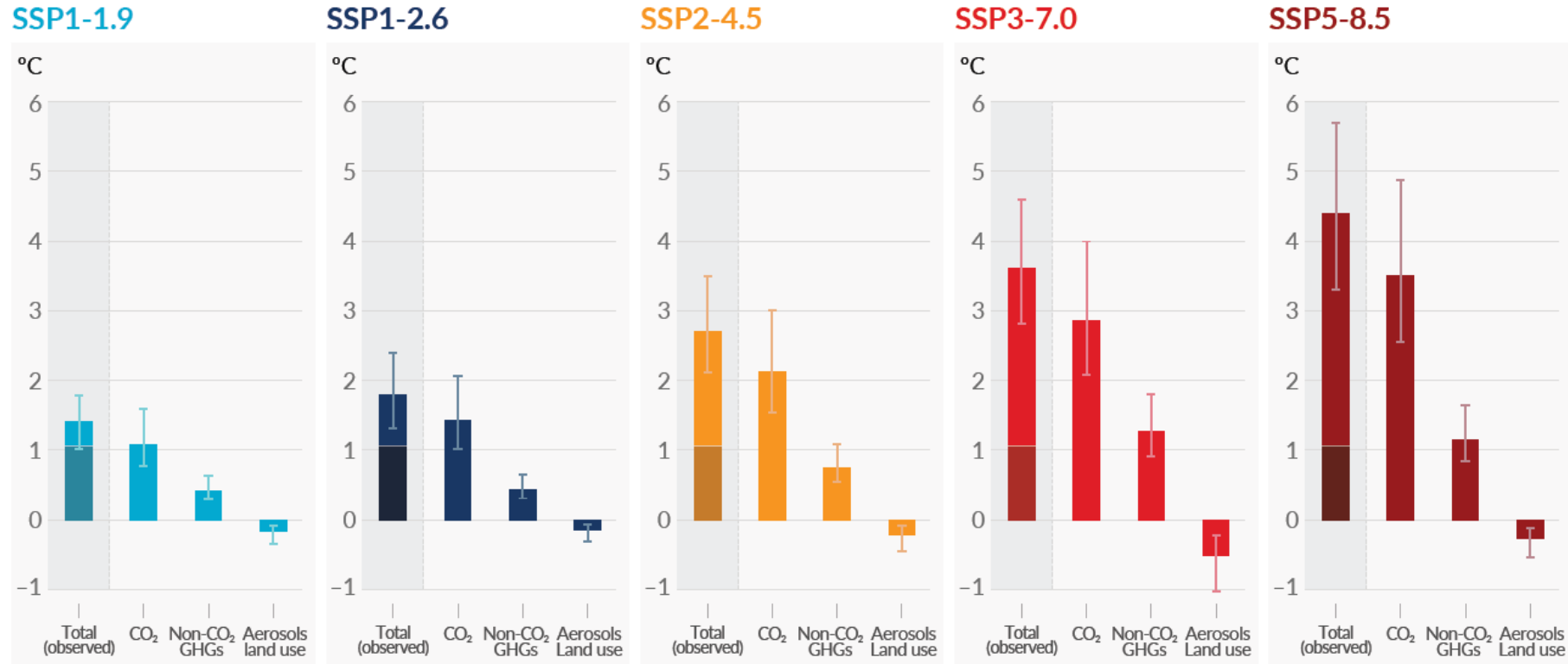
## Φυσικές

- Θερμοκρασία
- Κατακρημνίσματα - Νερό
- Ξηρασία και πυρκαγιές
- Πλημμύρες
- Άνοδος στάθμης της θάλασσας
- Εδάφη
- Θαλάσσια οικοσυστήματα (οξίνιση των ωκεανών)
- Βιοποικιλότητα
- Αέρια ρύπανση

## Κοινωνικο-οικονομικές

- Υγεία
- Παιδεία
- Απασχόληση
- Ευάλωτος πληθυσμός
- Ενέργεια
- Υποδομές και κτίρια
- Γεωργία και Τρόφιμα
- Τουρισμός
- Επιχειρήσεις

# Θερμοκρασία



Διάγραμμα:

Οι συνεισφορές στην άνοδο της θερμοκρασίας από ομάδες ανθρωπογενών παραγόντων και ανά σενάριο εμφανίζονται ως η αλλαγή στην παγκόσμια επιφάνεια θερμοκρασία (°C) το 2081–2100 σε σχέση με το 1850–1900.

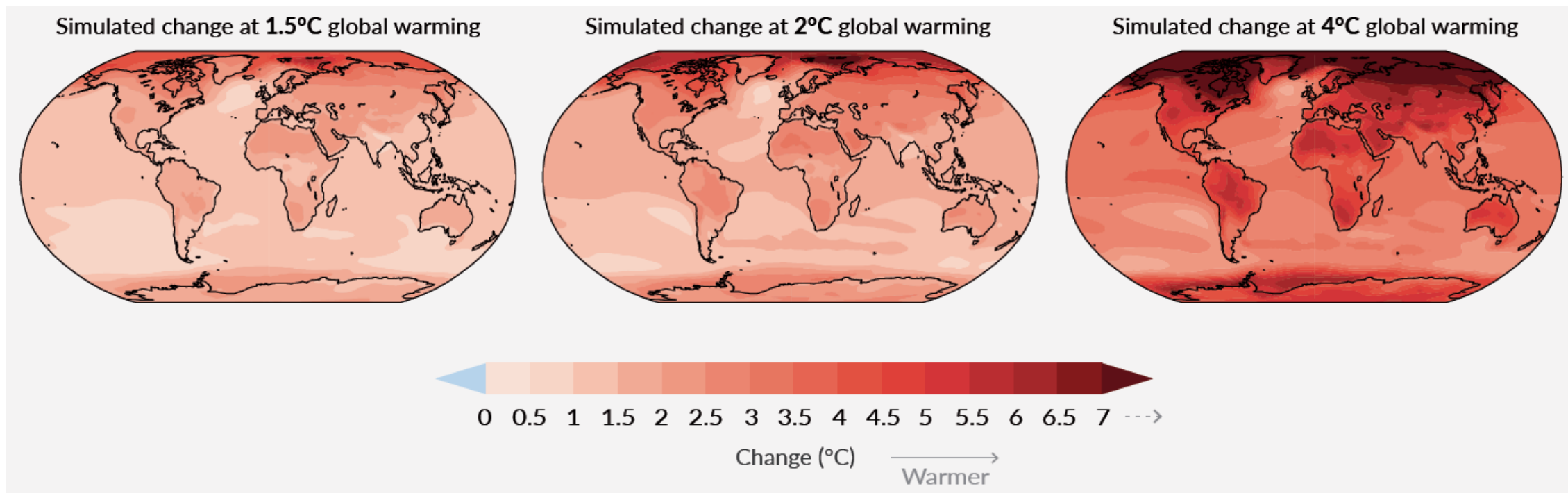
Πίνακας:

Αλλαγές στην παγκόσμια θερμοκρασία, για επιλεγμένες εικοσαετίες και πέντε ενδεικτικά σενάρια.

Scenario	Near term, 2021–2040		Mid-term, 2041–2060		Long term, 2081–2100	
	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)
SSP1-1.9	1.5	1.2 to 1.7	1.6	1.2 to 2.0	1.4	1.0 to 1.8
SSP1-2.6	1.5	1.2 to 1.8	1.7	1.3 to 2.2	1.8	1.3 to 2.4
SSP2-4.5	1.5	1.2 to 1.8	2.0	1.6 to 2.5	2.7	2.1 to 3.5
SSP3-7.0	1.5	1.2 to 1.8	2.1	1.7 to 2.6	3.6	2.8 to 4.6
SSP5-8.5	1.6	1.3 to 1.9	2.4	1.9 to 3.0	4.4	3.3 to 5.7

Figure SPM.4 και Table SPM.1IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. WGI, AR6. Cambridge University Press, 2391 pp.  
<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>

# Η γεωγραφική κατανομή της παγκόσμιας αύξησης της θερμοκρασίας



Προσομοιωμένη ετήσια μέση μεταβολή θερμοκρασίας (°C), σε επίπεδα υπερθέρμανσης του πλανήτη 1,5°C, 2°C και 4°C (εικοσαετής μέση παγκόσμια μεταβολή της θερμοκρασίας της επιφάνειας σε σχέση με το 1850-1900).

Οι προσομοιωμένες αλλαγές αντιστοιχούν στη μέση μεταβολή πολλαπλών μοντέλων του CMIP6 στο αντίστοιχο επίπεδο υπερθέρμανσης του πλανήτη.

# Η επίπτωση της θερμοκρασίας

(a) Synthesis of assessment of observed change in **hot extremes** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

Type of observed change in hot extremes

● Increase (41)

● Decrease (0)

▨ Low agreement in the type of change (2)

■ Limited data and/or literature (2)

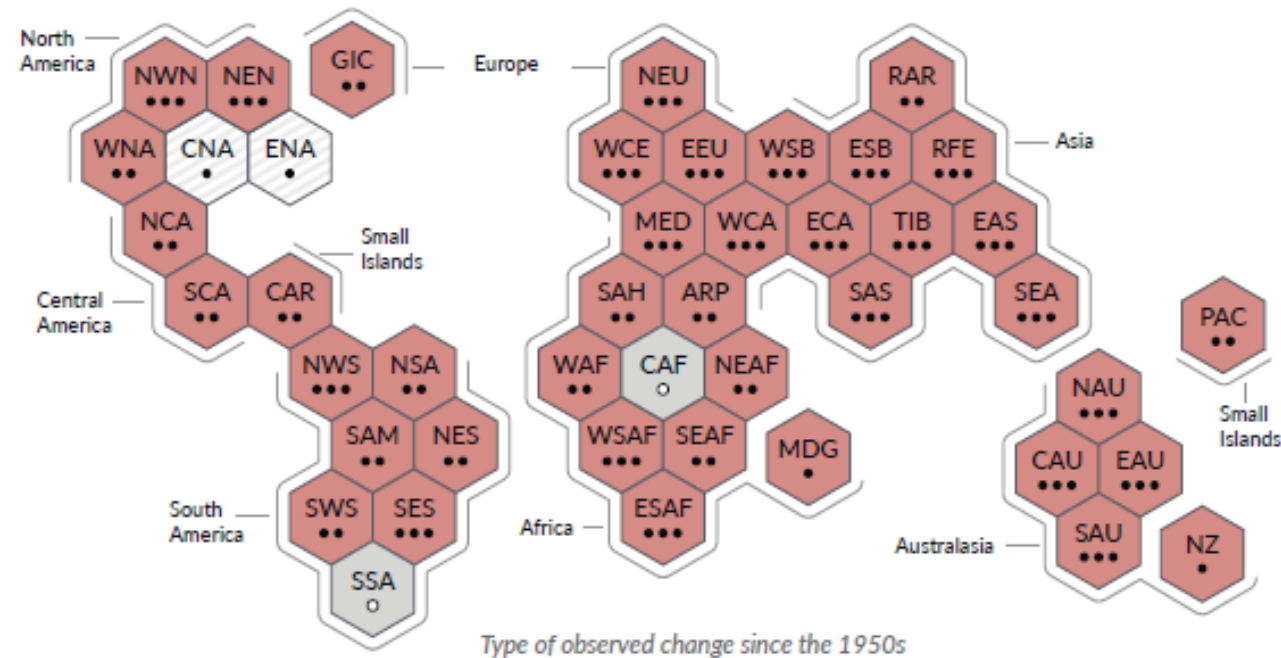
Confidence in human contribution to the observed change

●●● High

●● Medium

● Low due to limited agreement

○ Low due to limited evidence



Type of observed change since the 1950s

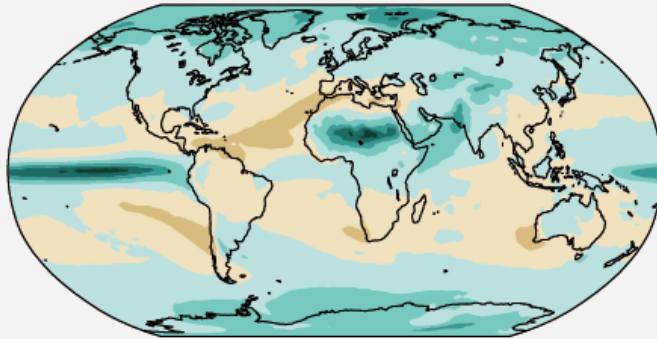
- Η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας οδηγεί σε συχνότερες **ακραίες θερμοκρασίες** που μπορούν να προκαλέσουν αυξημένη **θνησιμότητα**, **μειωμένη παραγωγικότητα** και **ζημιές στις υποδομές**. Τα πιο ευάλωτα μέλη του πληθυσμού, όπως οι ηλικιωμένοι και τα βρέφη, θα πληγούν περισσότερο.
- Οι υψηλότερες θερμοκρασίες θα προκαλέσουν αλλαγή στη γεωγραφική κατανομή των κλιματικών ζωνών. Αυτές οι αλλαγές αλλάζουν την **βιογεωγραφία** (κατανομή και αφθονία) των φυτικών και ζωικών ειδών, πολλά από τα οποία βρίσκονται ήδη υπό πίεση από την απώλεια οικοτόπων και τη ρύπανση.
- Οι αυξήσεις της θερμοκρασίας είναι επίσης πιθανό να επηρεάσουν τη **φαινολογία** - τη **συμπεριφορά** και τους **κύκλους ζωής** των ζωικών και φυτικών ειδών. Αυτό θα μπορούσε με τη σειρά του να οδηγήσει σε αυξημένο αριθμό παρασίτων και χωροκατακτητικών ειδών και σε υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης ορισμένων ανθρώπινων ασθενειών.
- Η θερμοκρασία επηρεάζει τις **αποδόσεις** και τη **βιωσιμότητα** της **γεωργίας** και της **κτηνοτροφίας** ή την ικανότητα των οικοσυστημάτων να παρέχουν σημαντικές υπηρεσίες και αγαθά (όπως η παροχή καθαρού νερού ή δροσερού και καθαρού αέρα) θα μπορούσαν να μειωθούν.
- Οι υψηλότερες θερμοκρασίες αυξάνουν την εξάτμιση του νερού, η οποία – μαζί με την έλλειψη βροχοπτώσεων – αυξάνει τους κινδύνους σοβαρής ξηρασίας.
- Οι ακραίες χαμηλές θερμοκρασίες (ψυχρός, παγετός) θα μπορούσαν να γίνουν λιγότερο συχνές στην Ευρώπη.
- Η υπερθέρμανση του πλανήτη επηρεάζει την προβλεψιμότητα των γεγονότων και συνεπώς την ικανότητά μας να ανταποκρινόμαστε αποτελεσματικά.

# Κατακρημνίσματα – Νερό

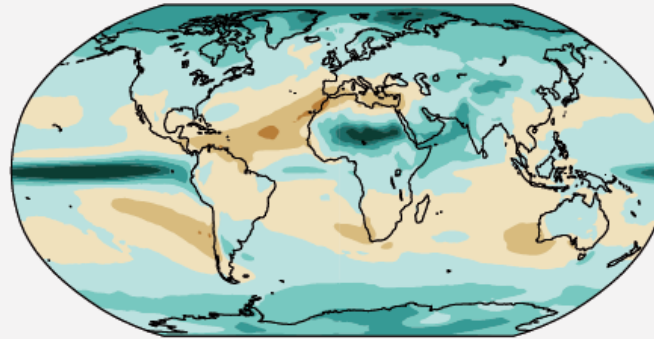
## (c) Annual mean precipitation change (%) relative to 1850–1900

Precipitation is projected to increase over high latitudes, the equatorial Pacific and parts of the monsoon regions, but decrease over parts of the subtropics and in limited areas of the tropics.

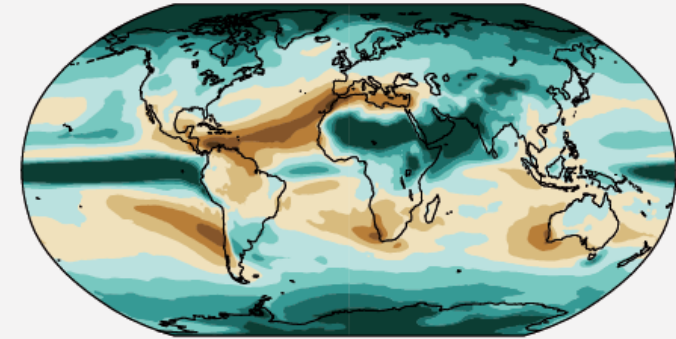
Simulated change at 1.5°C global warming



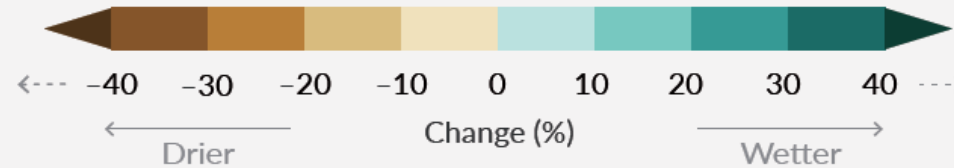
Simulated change at 2°C global warming



Simulated change at 4°C global warming



Relatively small absolute changes may appear as large % changes in regions with dry baseline conditions.

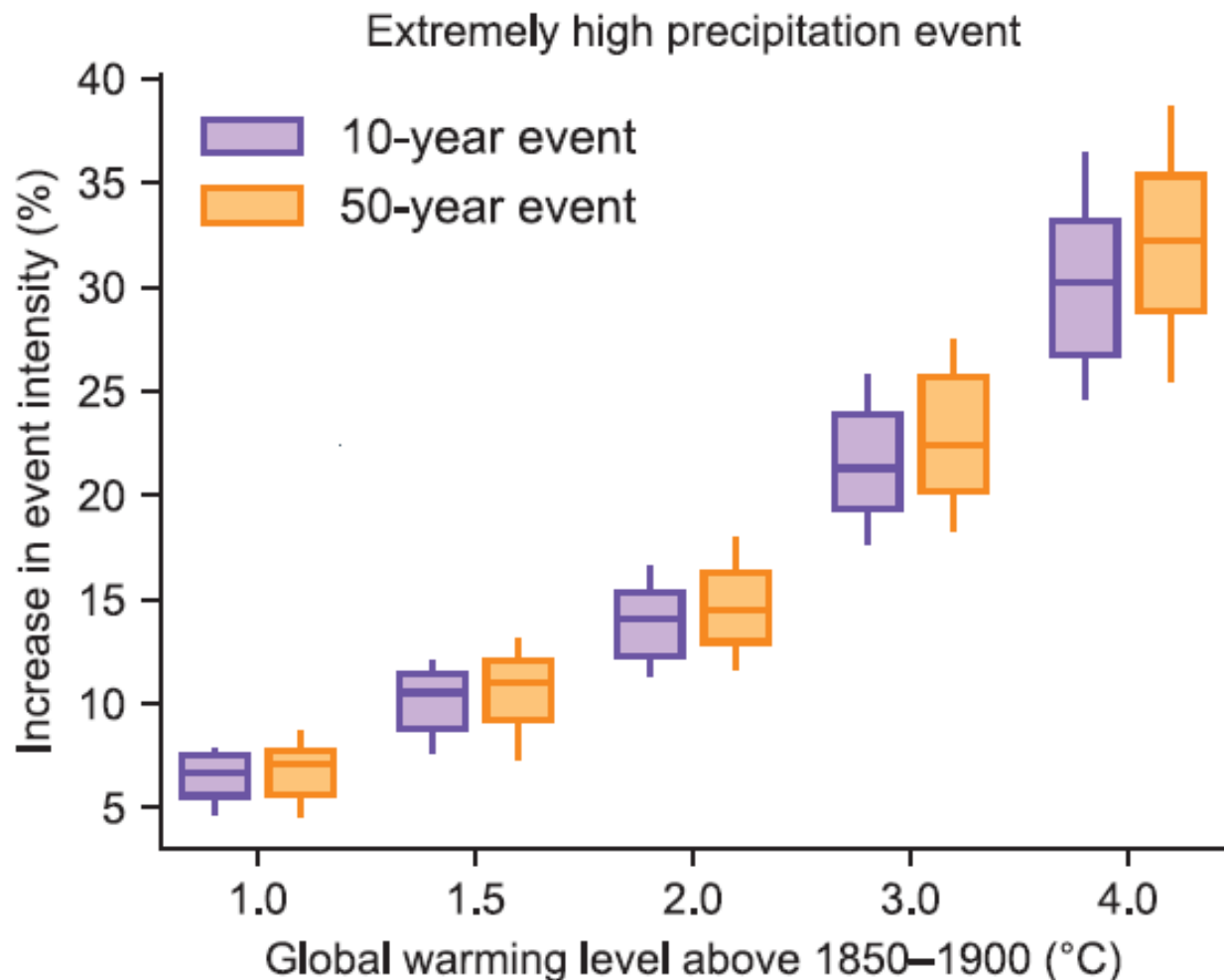


Σύμφωνα με την εξίσωση Clausius-Clapeyron, ο αέρας μπορεί γενικά να συγκρατήσει περίπου 7% περισσότερη υγρασία για κάθε 1C αύξησης της θερμοκρασίας. Ως εκ τούτου, ένας κόσμος που είναι περίπου 4 βαθμούς Κελσίου θερμότερος από την προβιομηχανική εποχή θα είχε περίπου 28% περισσότερους υδρατμούς στην ατμόσφαιρα. Αλλά αυτή η αυξημένη υγρασία δεν θα πέσει ομοιόμορφα σε ολόκληρο τον πλανήτη. Ορισμένες περιοχές θα δουν αυξημένες βροχοπτώσεις, ενώ άλλες περιοχές αναμένεται να δουν λιγότερες λόγω μετατοπίσεων καιρικών συνθηκών και άλλων παραγόντων.

Η βροχόπτωση προβλέπεται να αυξηθεί σε μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, στον ισημερινό Ειρηνικό και σε τμήματα των περιοχών των μουσώνων, αλλά θα μειωθεί σε τμήματα των υποτροπικών και σε περιορισμένες περιοχές των τροπικών.

Σχετικά μικρές απόλυτες αλλαγές μπορεί να εμφανιστούν ως μεγάλες % μεταβολές σε περιοχές με ξηρές βασικές συνθήκες.

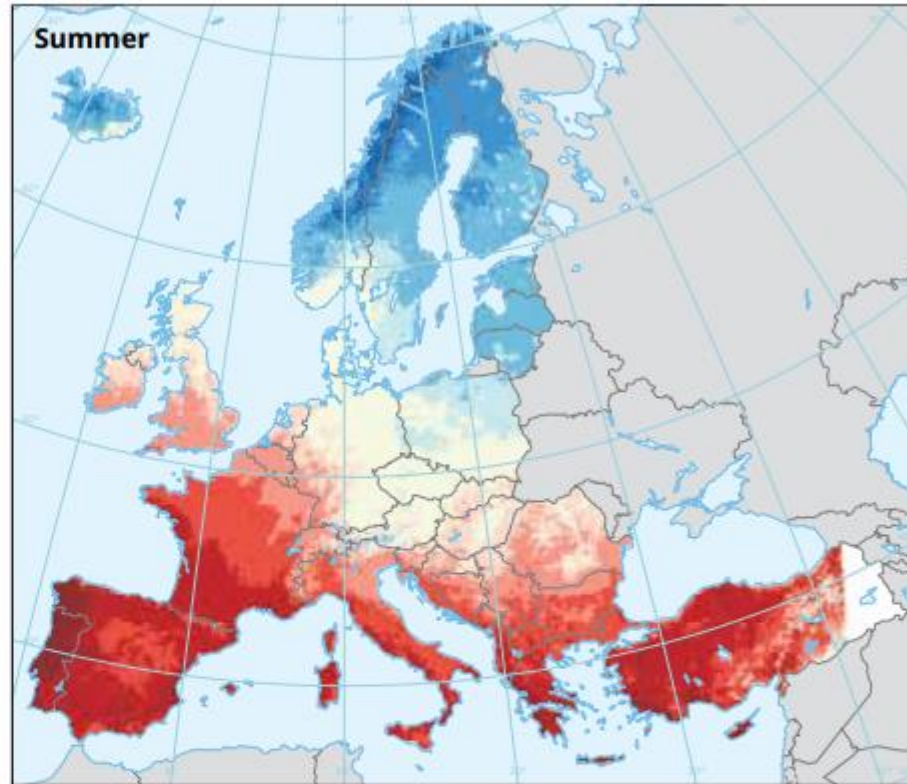
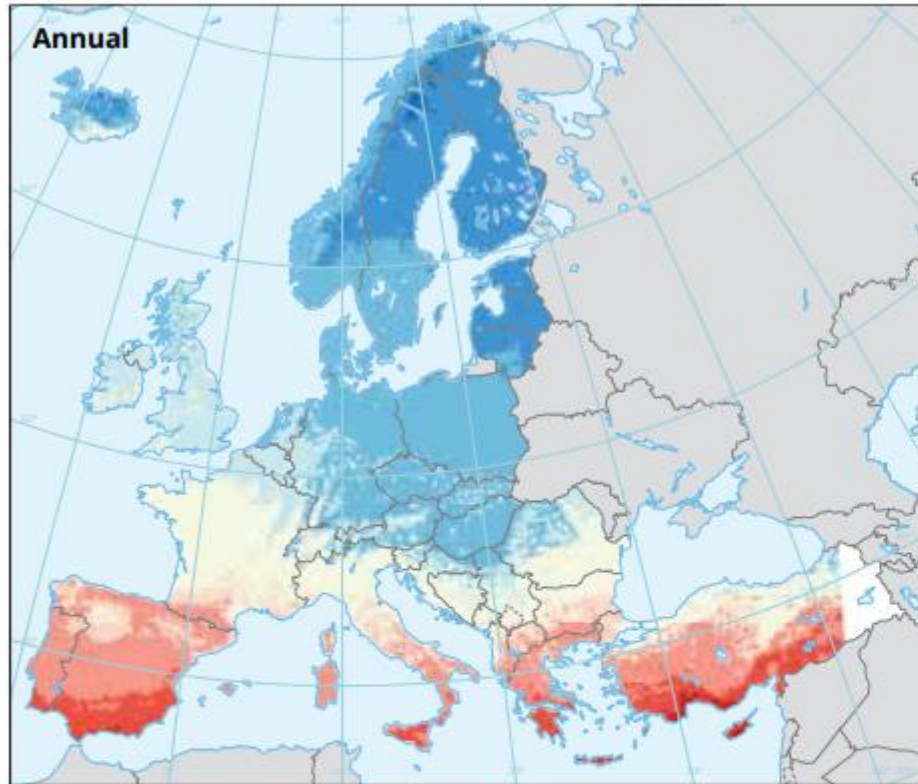
# Ακραίες (ραγδαίες) βροχοπτώσεις



Προβλεπόμενες αλλαγές στην ένταση των ακραίων γεγονότων βροχόπτωσης κάτω από τα επίπεδα υπερθέρμανσης του πλανήτη 1°C, 1,5°C, 2°C, 3°C και 4°C σε σχέση με τη βασική γραμμή 1850-1900.

Οι ακραίες βροχοπτώσεις ορίζονται ως η ετήσια μέγιστη ημερήσια μέγιστη βροχόπτωση που σημειώθηκε κατά μέσο όρο υπέρβαση μία φορά κατά τη διάρκεια μιας 10ετούς περιόδου (γεγονός 10 ετών, μπλε) και μία φορά κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 50 ετών (γεγονός 50 ετών, πορτοκαλί) κατά τη βασική περίοδο 1850–1900. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται για την όλη τη γη. Για κάθε Box-Plot διάγραμμα, η οριζόντια γραμμή και το πλαίσιο αντιπροσωπεύουν το διάμεσο και το κεντρικό εύρος αβεβαιότητας 66%, αντίστοιχα, των αλλαγών έντασης στη διάμεση τιμή πολλαπλών μοντέλων, και οι γραμμές εκτείνονται στο εύρος αβεβαιότητας 90%.

# Επιπτώσεις στα κατακρημνίσματα στην Ευρώπη

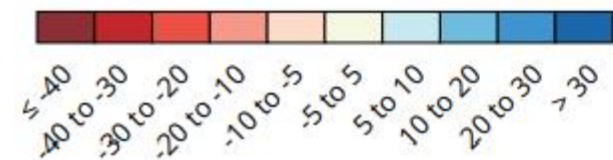


- Οι προβλέψεις για την κλιματική αλλαγή (σύμφωνα με το σενάριο RCP υψηλών εκπομπών 8.5), συγκρίνοντας την ιστορική περίοδο 1971-2000 με τη μελλοντική περίοδο 2071-2100, υποδηλώνουν ότι η μέση ετήσια βροχόπτωση θα μειωθεί κατά 10-30 % σε πολλές περιοχές της νότιας Ευρώπης και περισσότερο από 30 % στη νοτιοανατολική και νοτιοδυτική Μεσόγειο.
- Επιπλέον, εντονότερη μείωση αναμένεται τη θερινή περίοδο, καθώς οι καλοκαιρινές βροχοπτώσεις αναμένεται να μειωθούν κατά 20-40 % σε μια εκτεταμένη περιοχή που καλύπτει τη νότια και δυτική Ευρώπη, τα Βαλκάνια και τη Μαύρη Θάλασσα. Αντίθετα, αναμένεται ετήσια αύξηση 10-30 % σε πολλές περιοχές της κεντρικής, ανατολικής και βόρειας Ευρώπης. Ειδικά στις χώρες της Βαλτικής και της Σκανδιναβίας, σημαντικές αυξήσεις έως και 30 % αναμένονται και την καλοκαιρινή περίοδο.

Reference data: ©ESRI

## Projected change in annual (left) and summer (right) precipitation, 2071-2100

Percentage



□ No data  
□ Outside coverage

0 500 1 000 1 500 km

Χάρτης 3.3. σελ. 41 από

EEA. 2021. Water resources across Europe — confronting water stress: an updated assessment. EEA Report No 12/2021

<https://www.ecologic.eu/18355>

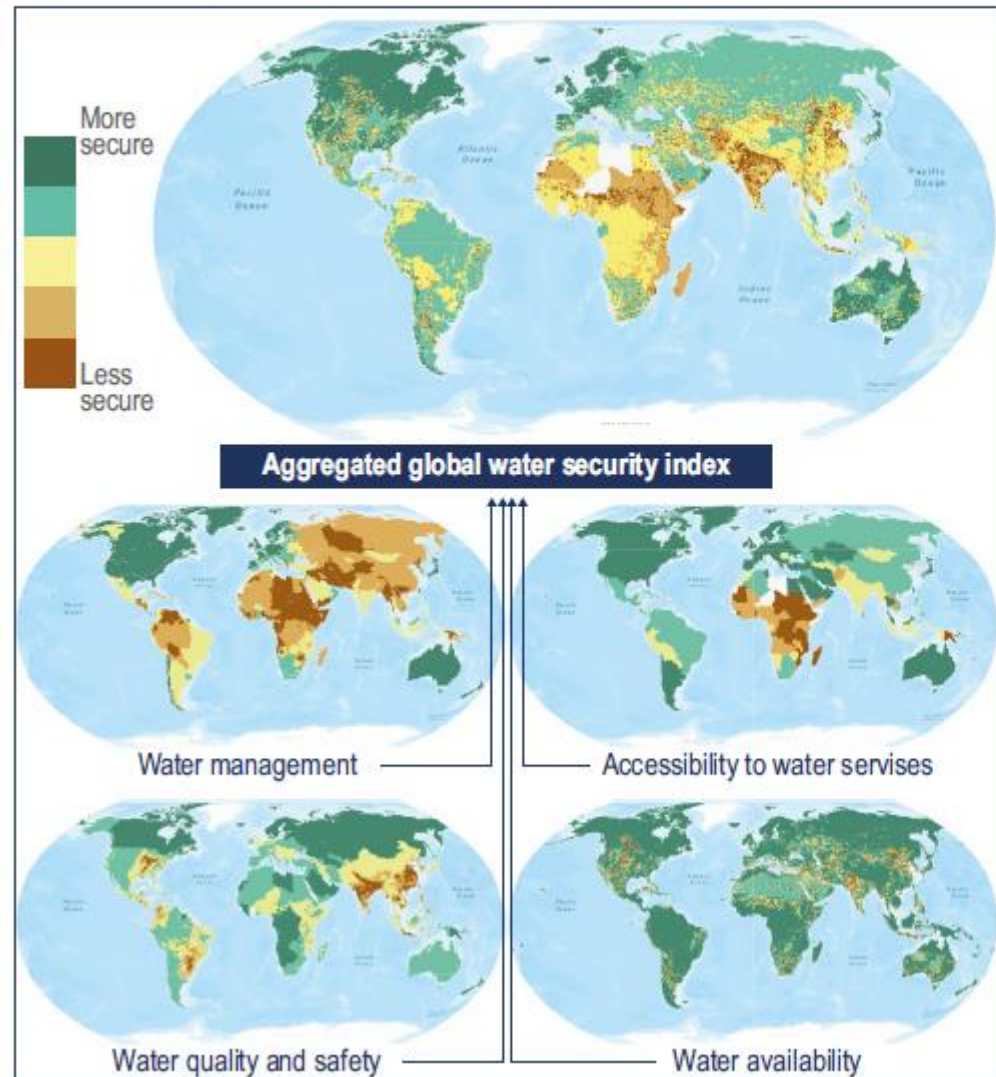


# Νερό

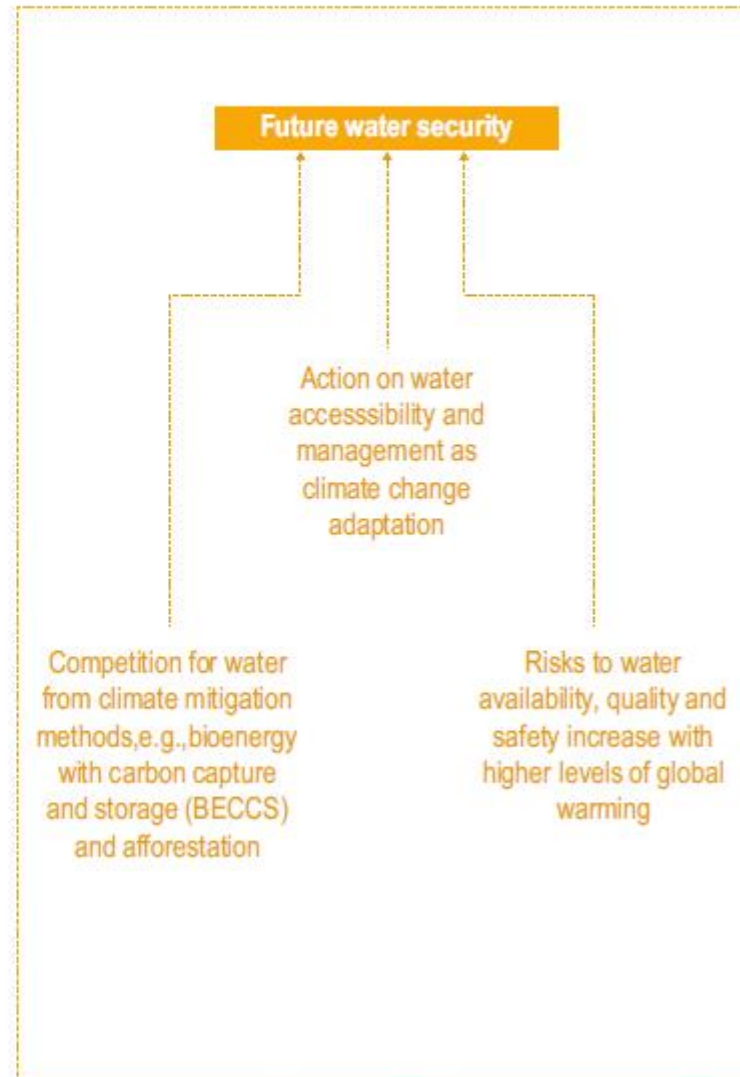
## Global Water Security Index

and its components for the present day, and factors affecting future change in water security

(a) Present-day



(b) Future



Παγκόσμιος Δείκτης Ασφάλειας Νερού (GWSI) και τα συστατικά του για την εποχή μας, και παράγοντες που επηρεάζουν τη μελλοντική αλλαγή στην ασφάλεια του νερού.

IPCC, 2022: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844

# Ξηρασία και πυρκαγιές

Τι είναι ξηρασία;

Η ξηρασία ορίζεται σε σχέση με τις κανονικές συνθήκες, δηλαδή έλλειμμα υγρασίας σε σχέση με τη μέση διαθεσιμότητα νερού σε μια δεδομένη τοποθεσία και εποχή. Συνεπώς, η ξηρασία σε υγρό μέρος δεν θα έχει το ίδιο έλλειμμα νερού με μια ξηρασία σε μια ξηρή περιοχή.

Οι ξηρασίες χωρίζονται σε διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με το πού εμφανίζεται το έλλειμμα υγρασίας στον κύκλο του νερού:

- **μετεωρολογική ξηρασία** (κατακρημνίσματα),
- **υδρολογική ξηρασία** (απορροή, ροή ρεμάτων και αποθήκευση ταμιευτήρα) και
- **γεωργική ή οικολογική ξηρασία** (στρες των φυτών από συνδυασμό εξάτμισης και χαμηλή υγρασία του εδάφους).

Υπάρχουν επίσης ειδικές κατηγορίες ξηρασίας. Για παράδειγμα, μια ξηρασία χιονιού συμβαίνει όταν τα επίπεδα του χιονιού το χειμώνα είναι κάτω από το μέσο όρο και προκαλούν ασυνήθιστα χαμηλή ροή ροής στις επόμενες εποχές.

Οι ξηρασίες συνήθως προκαλούν ανησυχία μόνο όταν επηρεάζουν αρνητικά τους ανθρώπους (μειώνοντας το διαθέσιμο νερό για δημοτικές, βιομηχανικές, γεωργικές ή ναυτικές ανάγκες) ή/και τα οικοσυστήματα (δυσμενείς επιπτώσεις στη φυσική χλωρίδα και πανίδα). Όταν μια ξηρασία διαρκεί για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα (περισσότερο από δύο δεκαετίες) μερικές φορές ονομάζεται μεγαξηρασία.

# Η γεωγραφία της προσδοκώμενης ξηρασίας



Η επίδραση της κλιματικής αλλαγής στην ξηρασία ποικίλλει ανάλογα με τις περιοχές.

Στις υποτροπικές περιοχές όπως η Μεσόγειος, η νότια Αφρική, η νοτιοδυτική Αυστραλία και η νοτιοδυτική Νότια Αμερική, καθώς και η τροπική Κεντρική Αμερική, η Δυτική Αφρική και η λεκάνη του Αμαζονίου, οι βροχοπτώσεις αναμένεται να μειωθούν καθώς ο κόσμος θερμαίνεται, αυξάνοντας την πιθανότητα θα σημειωθεί ξηρασία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

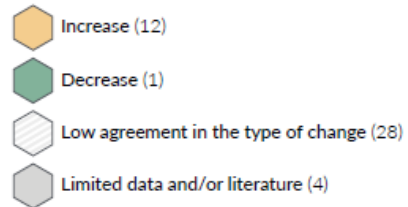
Η θέρμανση θα μειώσει τη συσσώρευση χιονιού, ενισχύοντας την ξηρασία σε περιοχές όπου το λιώσιμο του χιονιού είναι σημαντικός υδάτινος πόρος (όπως στη νοτιοδυτική Νότια Αμερική).

Οι υψηλότερες θερμοκρασίες οδηγούν σε αυξημένη εξάτμιση, με αποτέλεσμα την ξήρανση του εδάφους, την αυξημένη πίεση των φυτών και τις επιπτώσεις στη γεωργία, ακόμη και σε περιοχές όπου δεν αναμένονται μεγάλες αλλαγές στις βροχοπτώσεις (όπως η κεντρική και βόρεια Ευρώπη).

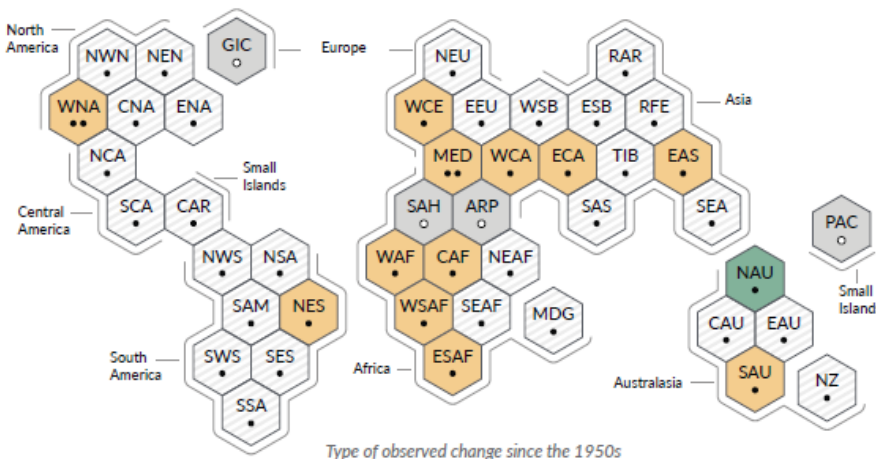
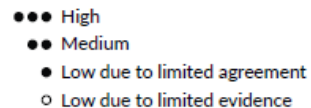
Εάν δεν περιοριστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, περίπου το ένα τρίτο των παγκόσμιων χερσαίων εκτάσεων αναμένεται να υποστεί τουλάχιστον μέτρια ξηρασία έως το 2100.

(c) Synthesis of assessment of observed change in agricultural and ecological drought and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

Type of observed change in agricultural and ecological drought

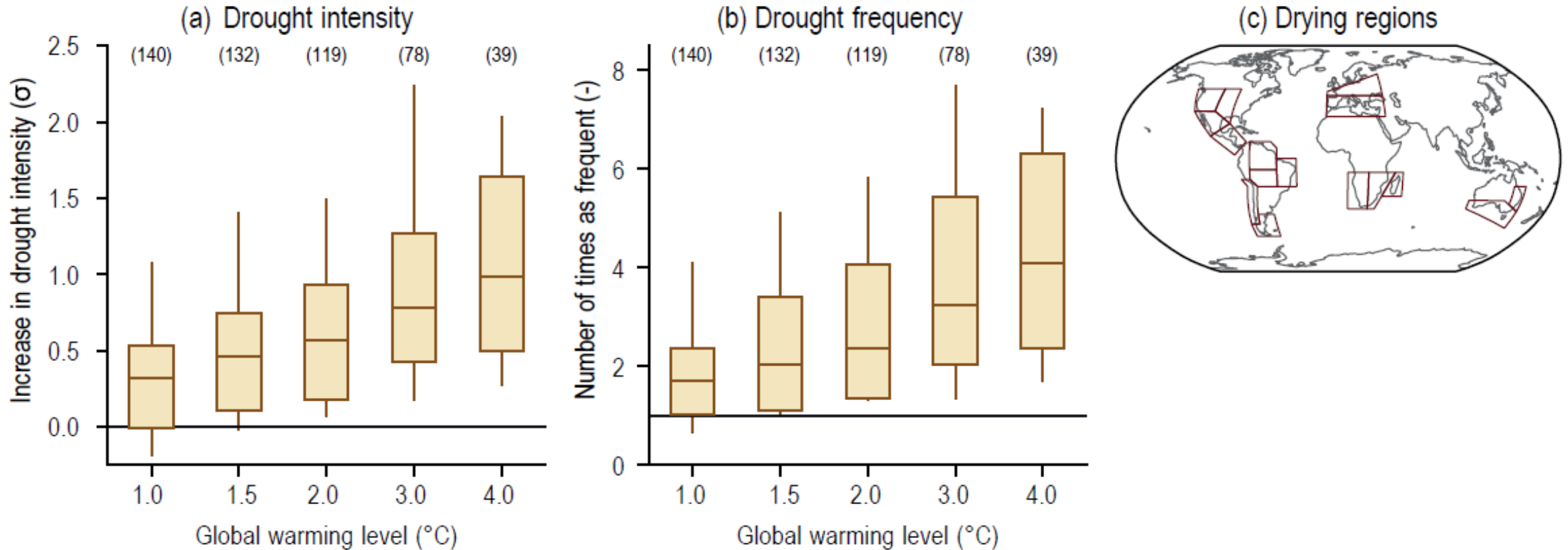


Confidence in human contribution to the observed change



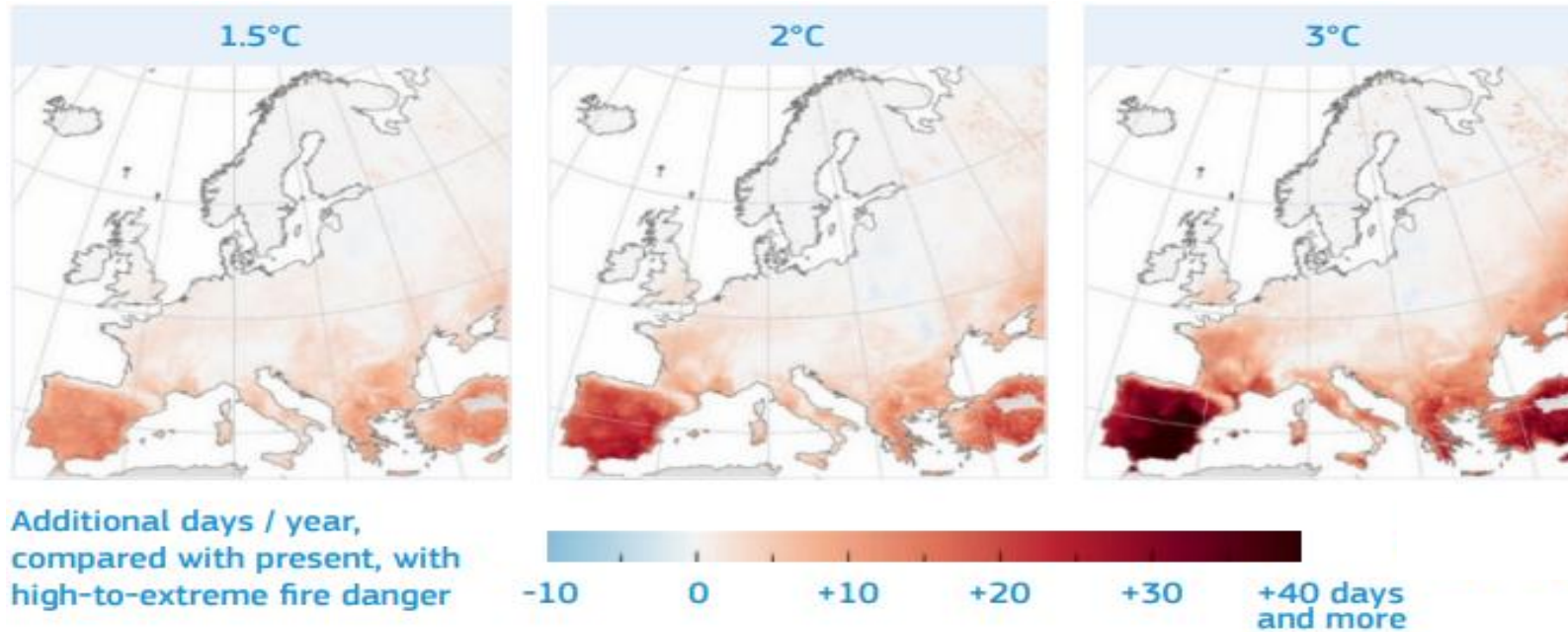
# Έδαφος και υγρασία εδάφους

## Changes in 10-year soil moisture drought in drying regions



Προβλεπόμενες αλλαγές σε (α) την ένταση και (β) τη συχνότητα της ξηρασίας κάτω από 1°C, 1,5°C, 2°C, 3°C και 4°C τα επίπεδα υπερθέρμανσης του πλανήτη σε σχέση με τη βασική γραμμή 1850-1900. Ο χάρτης δείχνει τις περιοχές για τις οποίες υπάρχει τουλάχιστον μέτρια εμπιστοσύνη για αύξηση της γεωργίας/οικολογικής ξηρασίας στο επίπεδο υπερθέρμανσης του πλανήτη με 2°C («περιοχές ξηράνσεως»). Η γραμμή 0 στο αριστερό διάγραμμα δείχνει μη-αλλαγή στην ένταση, και η γραμμή 1 στο μεσαίο διάγραμμα δείχνει μη-αλλαγή στη συχνότητα της οικολογικής ξηρασίας.

# Πυρκαγιές



Η υπερθέρμανση του πλανήτη θα μπορούσε να οδηγήσει σε μια ουσιαστική μετατόπιση προς τα βόρεια των ευρωπαϊκών οικολογικών περιοχών. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα μια σημαντική συρρίκνωση της περιοχής Boreal, καθώς η περιοχή της εύκρατης θερμοκρασίας μεταναστεύει προς τα βόρεια.

Οι προβλεπόμενες αλλαγές θα έχουν άμεση επίδραση στη δομή και τη σύνθεση της βλάστησης της άγριας περιοχής (δάση, θάμνοι και λιβάδια). Αυτό μπορεί να ασκήσει πίεση στη βλάστηση και να αυξήσει την ευαισθησία της στις πυρκαγιές, αλλά και να επηρεάσει την ανάκτηση της βλάστησης μετά την πυρκαγιά. Η ανάκαμψη θα μπορούσε να γίνει αδύνατη όταν η ένταση της μετατόπισης του οικολογικού τομέα θα εμπόδιζε την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων πριν από την πυρκαγιά.

Το πρώτο εξάμηνο του 2019 ο αριθμός των δασικών πυρκαγιών που καταγράφηκαν στην ΕΕ ήταν τριπλάσιος του μέσου όρου της τελευταίας δεκαετίας. Οι μεσογειακές χώρες όπως η Πορτογαλία, η Ισπανία, η Ιταλία, η Ελλάδα και η Γαλλία, είναι αυτή τη στιγμή πιο επιρρεπείς σε πυρκαγιές και αντιπροσωπεύουν περίπου το 85% της συνολικής καμένης έκτασης στην Ευρώπη. Το 2018, ευάλωτα οικοσυστήματα του δικτύου Natura 2000, που φιλοξενούν αρκετά απειλούμενα είδη φυτών και ζώων, έχασαν 50.000 εκτάρια από πυρκαγιές, αντιπροσωπεύοντας περίπου το ένα τρίτο της συνολικής καμένης έκτασης.

Ο αριθμός των ημερών ετησίως με υψηλό έως ακραίο κίνδυνο πυρκαγιάς προβλέπεται να αυξηθεί σχεδόν παντού στην Ευρώπη με την υπερθέρμανση του πλανήτη ως αποτέλεσμα των υψηλότερων θερμοκρασιών και των αυξημένων περιόδων ξηρασίας.

Μόνο σε διάσπαρτες περιοχές της βόρειας Ευρώπης προβλέπονται μικρές μειώσεις. Ο κίνδυνος πυρκαγιάς θα επιδεινωθεί ιδιαίτερα στις νότιες περιοχές της Ευρώπης που αντιμετωπίζουν ήδη συνθήκες υψηλού κινδύνου πυρκαγιάς πιο συχνά.

# Πλημμύρες

## Κύριοι τύποι πλημμυρών

Πλημμύρες ποταμών: Όταν ένα ποτάμι ή ρέμα ξεχειλίζει από τις φυσικές όχθες του και πλημμυρίζει συνήθως ξηρά. Συνηθέστερα στα τέλη του χειμώνα και στις αρχές της άνοιξης, οι πλημμύρες ποταμών μπορεί να προκύψουν από έντονες βροχοπτώσεις, ταχεία τήξη χιονιού ή εμπλοκές πάγου.

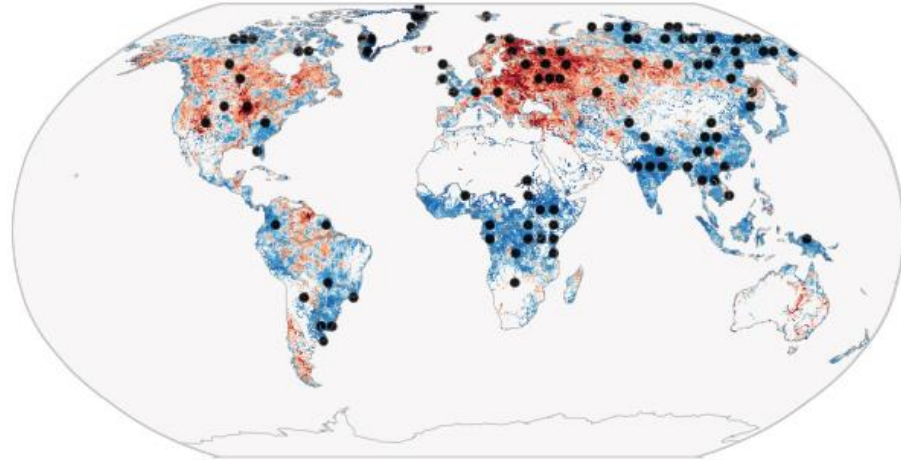
Παράκτιες πλημμύρες: Συμβαίνουν όταν οι άνεμοι από μια παράκτια καταιγίδα, σπρώχνουν ένα κύμα καταιγίδας - ένα τείχος νερού - από την θάλασσα στη στεριά. Το κύμα καταιγίδας μπορεί να προκαλέσει εκτεταμένες καταστροφές. Υπάρχουν επίσης αυξανόμενοι αριθμοί ρηχών, μη απειλητικών για τη ζωή πλημμυρών που προκαλούνται από την υψηλότερη στάθμη της θάλασσας. Αυτές είναι οι πλημμύρες υψηλής παλίρροιας, γνωστές επίσης ως πλημμύρες «ενόχλησης» ή «ηλιόλουστης ημέρας».

Καταιγιστικές πλημμύρες: Αυτές οι ταχέως αυξανόμενες πλημμύρες προκαλούνται συχνότερα από έντονες βροχοπτώσεις σε σύντομο χρονικό διάστημα (συνήθως έξι ώρες ή λιγότερο). Οι ξαφνικές πλημμύρες μπορούν να συμβούν οπουδήποτε, αν και οι χαμηλές περιοχές με κακή αποστράγγιση είναι ιδιαίτερα ευάλωτες. Προκαλούμενες επίσης από θραύσματα φράγματος ή αναχωμάτων ή ξαφνική υπερχειλίση νερού λόγω συντριμμιών ή εμπλοκής πάγου, οι ξαφνικές πλημμύρες συνδυάζουν τους εγγενείς κινδύνους μιας πλημμύρας με την ταχύτητα και το απρόβλεπτο και ευθύνονται για τον μεγαλύτερο αριθμό θανάτων που σχετίζονται με πλημμύρες.

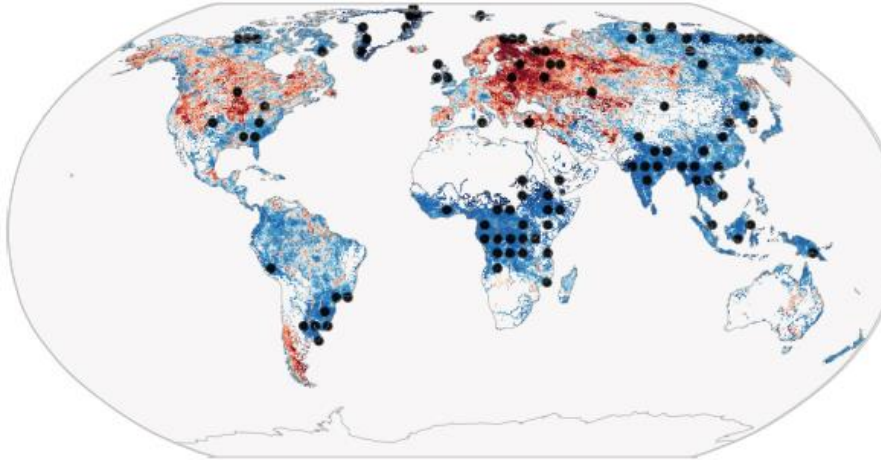
Αστικές πλημμύρες: Οι ξαφνικές πλημμύρες, οι παράκτιες πλημμύρες και οι πλημμύρες ποταμών μπορεί να συμβούν σε αστικές περιοχές, αλλά ο όρος «αστική πλημμύρα» αναφέρεται συγκεκριμένα στις πλημμύρες που συμβαίνουν όταν οι βροχοπτώσεις - όχι ένα υπερχειλίση νερού - υπερκαλύπτουν την τοπική ικανότητα αποστράγγισης όμβριων υδάτων μιας πυκνοκατοικημένης περιοχής. Αυτό συμβαίνει όταν η απορροή βροχοπτώσεων διοχετεύεται από δρόμους, χώρους στάθμευσης, κτίρια και άλλες αδιαπέραστες επιφάνειες σε αποχετεύσεις ομβρίων και υπονόμους που δεν μπορούν να διαχειριστούν τον όγκο.

## Projected changes in river flooding Changes in 2071–2100 relative to 1970–2000

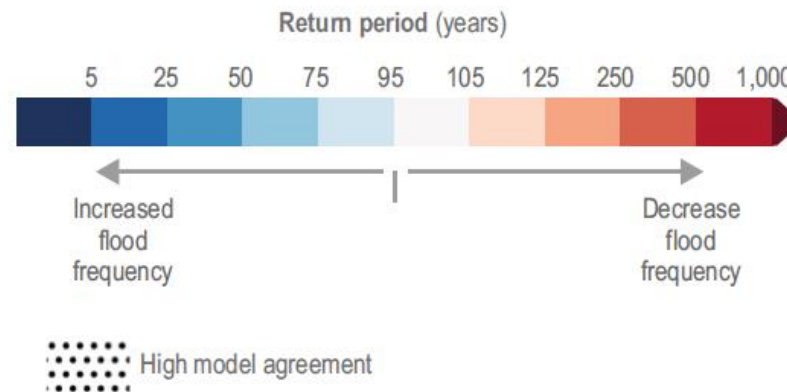
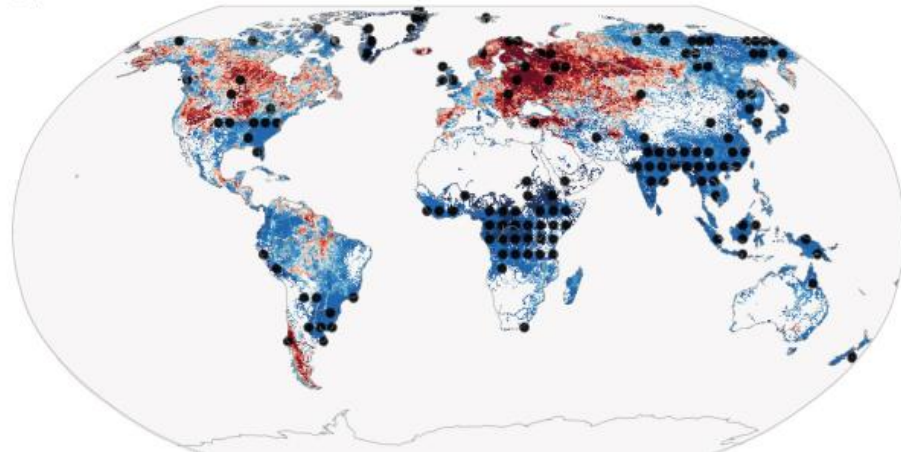
(a) SSP1-2.6



(b) SSP2-4.5



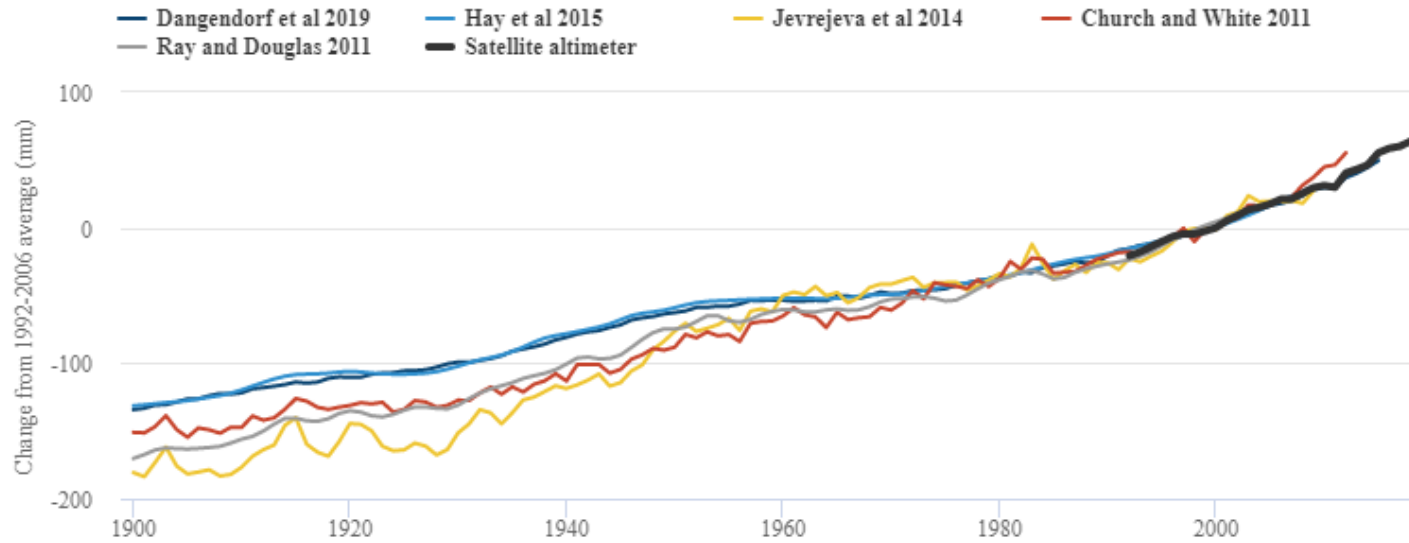
(c) SSP5-8.5



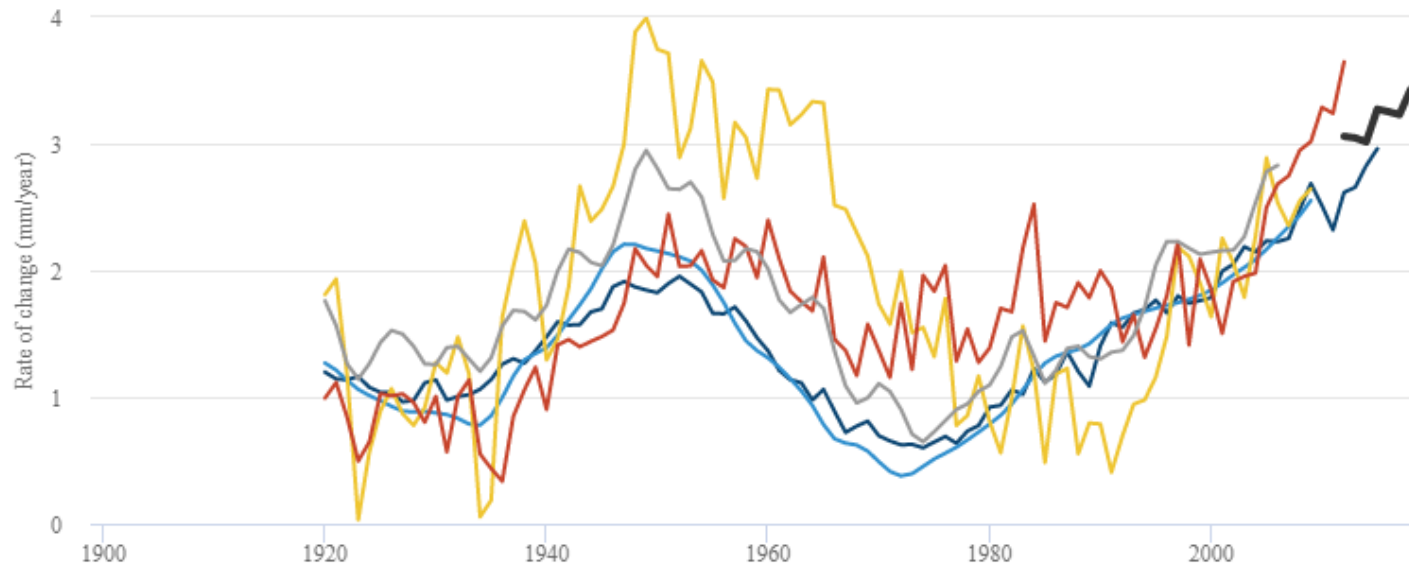
Διάμεση περίοδος επιστροφής πολλαπλών μοντέλων (έτη) στη δεκαετία του 2080 για την πλημμύρα ποταμών 100 ετών του 20ου αιώνα, με βάση ένα παγκόσμιο μοντέλο ποταμού και πλημμύρας, CaMa-Flood, που οφείλεται στην παραγωγή απορροής εννέα μοντέλων CMIP6 στο SSP1-2.6 (α), σενάριο SSP2-4.5 (β) και SSP5-8.5 (γ) αντίστοιχα.

Όλες οι αλλαγές υπολογίζονται το 2071-2100 σε σχέση με το 1970--2000. Μια κουκκίδα δείχνει περιοχές με υψηλή συνοχή μοντέλου (περισσότερα από επτά μοντέλα στα εννέα δείχνουν την ίδια κατεύθυνση αλλαγής).

## Global mean sea level



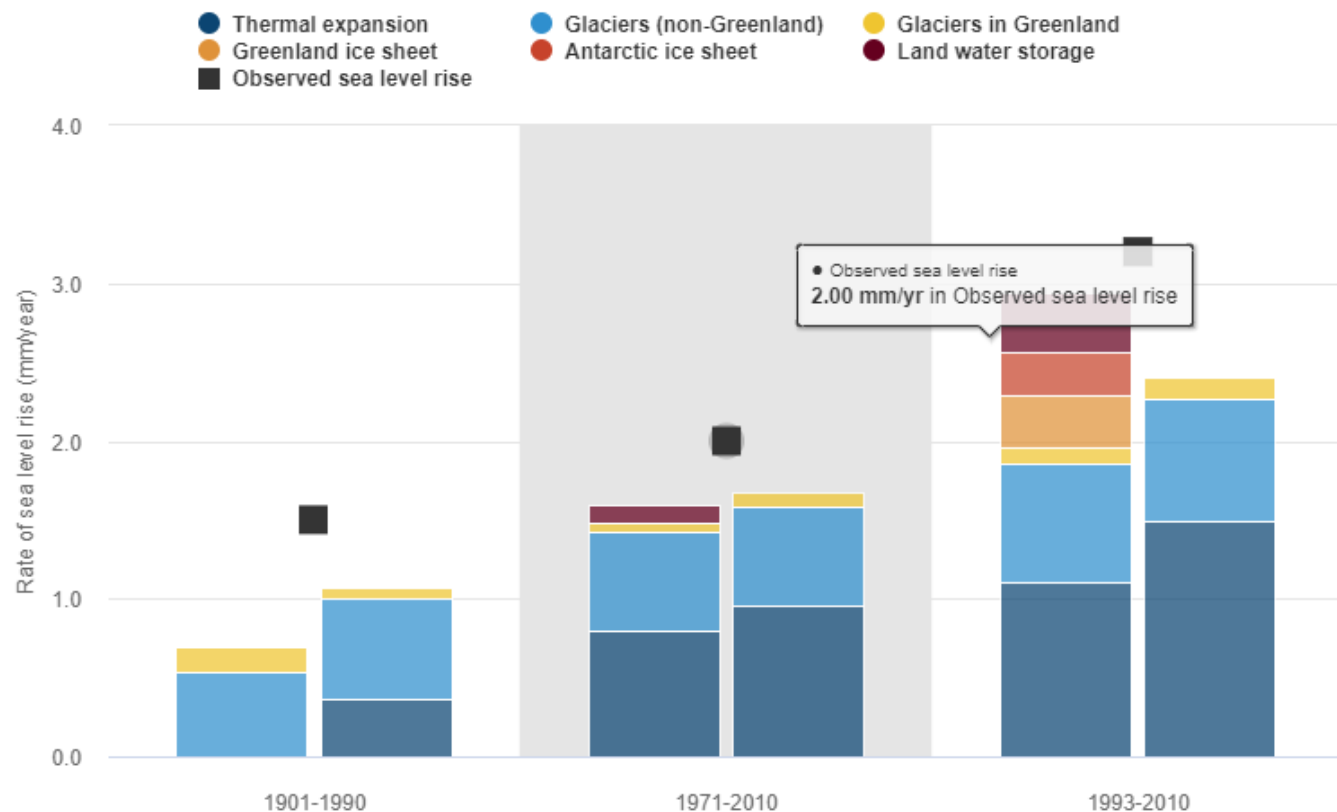
## Rate of global mean sea level rise



Άνοδος της Στάθμης  
της Θάλασσας και  
κλιματική αλλαγή  
(Sea Level Rise –  
SLR)



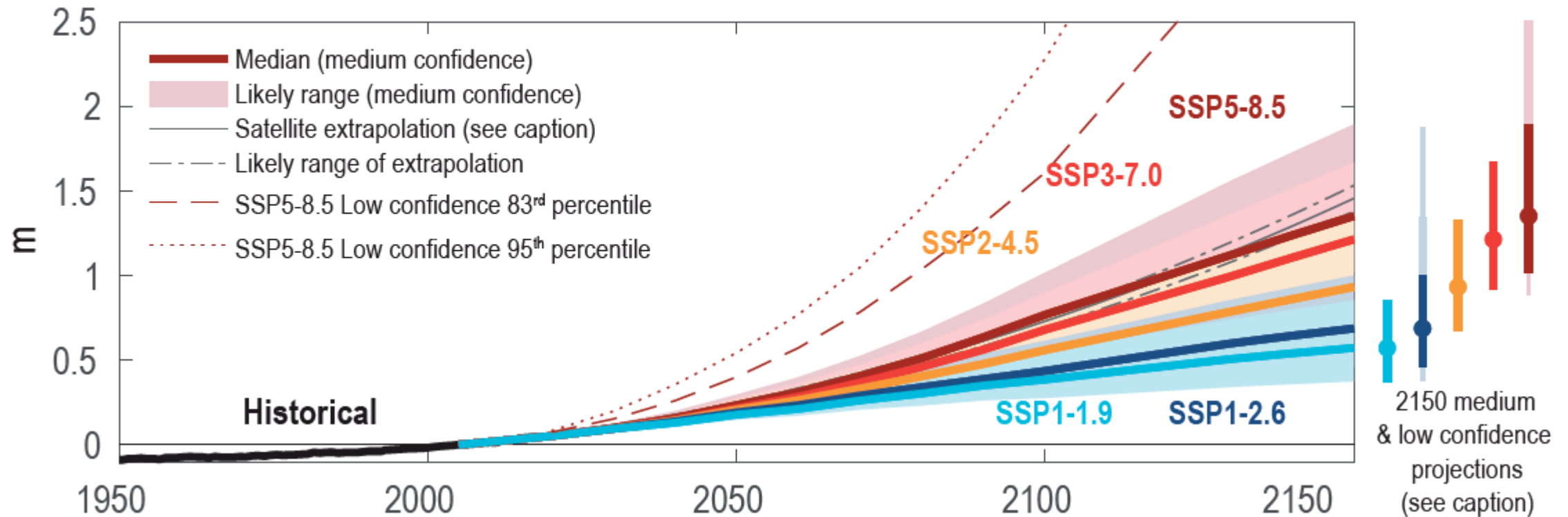
Observed and modeled contributions to sea level rise



- Υπάρχουν σαφείς αιτιακές σχέσεις μεταξύ της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας και της στάθμης της θάλασσας αλλά οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί με τους οποίους η θέρμανση οδηγεί σε SLR είναι πιο περίπλοκοι.
- Οι κύριοι παράγοντες της μέσης ετήσιας ανόδου της στάθμης της θάλασσας φαίνονται στο παρακάτω σχήμα, το οποίο βασίζεται σε δεδομένα του IPCC AR5 και καλύπτει τρεις χρονικές περιόδους (1901-1990, 1971-2010 και 1993-2010). Αυτοί οι παράγοντες είναι:
  - η θερμική διαστολή (σκούρο μπλε),
  - η τήξη των παγετώνων και τα στρώματα πάγου που λιώνουν της Γροιλανδίας (πορτοκαλί) και της Ανταρκτικής (κόκκινο),
  - και οι αλλαγές στην αποθήκευση νερού της ξηράς (λίμνες, ταμιευτήρες και υπόγεια ύδατα, σκούρο κόκκινο)
- Ο εκτιμώμενος ρυθμός SLR στο σύνολο δεδομένων της εργασίας των Church and White φαίνεται από το μαύρο τετράγωνο, υπογραμμίζοντας το γεγονός ότι ούτε τα μοντέλα ούτε οι παρατηρήσεις μπορούν να αποτυπώσουν πλήρως όλους τους παράγοντες που συμβάλλουν στην SLR. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι το χάσμα είναι μικρότερο την περίοδο 1901-1990 εάν χρησιμοποιηθούν τα σύνολα δεδομένων Hay ή Dangendorf, καθώς δείχνουν μόνο περίπου 1,1mm/έτος.

# Άνοδος της Μέσης Στάθμης της Θάλασσας και σενάρια

## Projected global mean sea level rise under different SSP scenarios



Προβλεπόμενη παγκόσμια μέση άνοδος της στάθμης της θάλασσας κάτω από διαφορετικά σενάρια κοινής κοινωνικο-οικονομικής διαδρομής (SSP). Οι προβολές και τα πιθανά εύρη στο 2150 εμφανίζονται στα δεξιά. Οι μαύρες γραμμές δείχνουν την ιστορική αλλαγή του.

# Επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης στην Ευρώπη

Προβλέπεται ότι η Ευρώπη θα παρουσιάσει μέση άνοδο της στάθμης της θάλασσας κατά 60 έως 80 εκατοστά μέχρι το τέλος του αιώνα, ανάλογα με τον ρυθμό που λιώνει το στρώμα πάγου της Ανταρκτικής.

Περίπου το ένα τρίτο του πληθυσμού της ΕΕ ζει σε απόσταση 50 χιλιομέτρων από τις ακτές και οι περιοχές αυτές παράγουν πάνω από το 30% του συνολικού ΑΕΠ της Ένωσης. Η οικονομική αξία των περιουσιακών στοιχείων σε απόσταση 500 μέτρων από τις θάλασσες της Ευρώπης ανέρχεται σε 500 έως 1.000 δισεκατομμύρια ευρώ.

Παράλληλα με άλλες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας θα αυξήσει τον κίνδυνο πλημμύρας και διάβρωσης γύρω από τις ακτές, με σημαντικές συνέπειες για τους ανθρώπους, τις υποδομές, τις επιχειρήσεις και τη φύση σε αυτές τις περιοχές.

Καθώς το θαλασσινό νερό ωθεί περαιτέρω στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες. Αυτό είναι επίσης πιθανό να οδηγήσει σε πολύ μεγαλύτερη διείσδυση αλμυρού νερού σε σώματα γλυκού νερού, επηρεάζοντας τη γεωργία και την παροχή πόσιμου νερού.

Θα επηρεάσει επίσης τη βιοποικιλότητα στους παράκτιους οικοτόπους και τις φυσικές υπηρεσίες και αγαθά που παρέχουν. Πολλοί υγρότοποι θα χαθούν, απειλώντας μοναδικά είδη πουλιών και φυτών και αφαιρώντας τη φυσική προστασία που παρέχουν αυτές οι περιοχές έναντι των καταιγίδων.

Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη έκθεση του ΕΕΑ για την κλιματική αλλαγή, τις επιπτώσεις και την ευπάθεια στην Ευρώπη, η υγρασία του εδάφους έχει μειωθεί σημαντικά στην περιοχή της Μεσογείου και αυξήθηκε σε μέρη της βόρειας Ευρώπης από τη δεκαετία του 1950. Η συνεχιζόμενη μείωση της υγρασίας του εδάφους μπορεί να αυξήσει την ανάγκη για άρδευση στη γεωργία και να οδηγήσει σε μικρότερες αποδόσεις και ακόμη και ερημοποίηση, με δυνητικά δραματικές επιπτώσεις στην παραγωγή τροφίμων.

Παρά την παραδοχή αυτή, μια πρόσφατη έκθεση του Ευρωπαϊκού Ελεγκτικού Συνεδρίου κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η Ευρώπη δεν έχει σαφή εικόνα των προκλήσεων που συνδέονται με την ερημοποίηση και την υποβάθμιση της γης και ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για την καταπολέμηση της ερημοποίησης δεν έχουν συνοχή.

Άλλες επιπτώσεις στο έδαφος που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, συμπεριλαμβάνουν την διάβρωση, η οποία μπορεί να επιταχυνθεί από ακραία κλιματικά φαινόμενα, όπως έντονες βροχές, ξηρασία, κύματα καύσωνα και καταιγίδες. Οι συνολικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα μπορούσαν να προκαλέσουν σημαντική απώλεια για τον ευρωπαϊκό γεωργικό τομέα: απώλεια έως και 16 % στο γεωργικό εισόδημα της ΕΕ έως το 2050, με μεγάλες περιφερειακές διακυμάνσεις.

Ωστόσο, ίσως η μεγαλύτερη ανησυχία για το κλίμα που συνδέεται με το έδαφος είναι το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο που αποθηκεύονται στον μόνιμο πάγο στις βόρειες περιοχές, κυρίως στη Σιβηρία.

# Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα εδάφη

# Θα προκύψουν πρωτοφανή ακραία φαινόμενα ως αποτέλεσμα της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής;

Η κλιματική αλλαγή έχει ήδη αυξήσει το μέγεθος και τη συχνότητα των ακραίων θερμών γεγονότων και έχει μειώσει το μέγεθος και τη συχνότητα των ακραίων ψυχρών γεγονότων και, σε ορισμένες περιοχές, έχει εντείνει τα γεγονότα ακραίων βροχοπτώσεων. Καθώς το κλίμα απομακρύνεται από το παρελθόν και την τρέχουσα κατάστασή του, θα αντιμετωπίσουμε ακραία γεγονότα που δεν έχουν προηγουμένως, είτε σε μέγεθος, συχνότητα, χρόνο ή τοποθεσία. Η συχνότητα αυτών των πρωτοφανών ακραίων γεγονότων θα αυξηθεί με την αύξηση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Επιπλέον, η συνδυασμένη εμφάνιση πολλαπλών πρωτοφανών ακροτήτων μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες και άνευ προηγουμένου επιπτώσεις.

Στις περισσότερες περιοχές, η συχνότητα και η ένταση των θερμών άκρων έχουν αυξηθεί και εκείνων των ακραίων ψυχρών έχουν μειωθεί. Η συχνότητα και η ένταση των έντονων βροχοπτώσεων έχουν αυξηθεί σε παγκόσμια κλίμακα και στην πλειονότητα των χερσαίων περιοχών. Αν και ακραία γεγονότα όπως χερσαίοι και θαλάσσιοι καύσωνες, έντονες βροχοπτώσεις, ξηρασία, τροπικοί κυκλώνες και σχετικές πυρκαγιές και παράκτιες πλημμύρες έχουν συμβεί στο παρελθόν και θα συνεχίσουν να συμβαίνουν στο μέλλον, συχνά έρχονται με διαφορετικά μεγέθη ή συχνότητες σε έναν θερμότερο κόσμο.

Πρωτοφανή ακραία –δηλαδή γεγονότα που δεν βιώθηκαν στο παρελθόν– φαινόμενα θα συμβούν στο μέλλον με πέντε διαφορετικούς τρόπους:

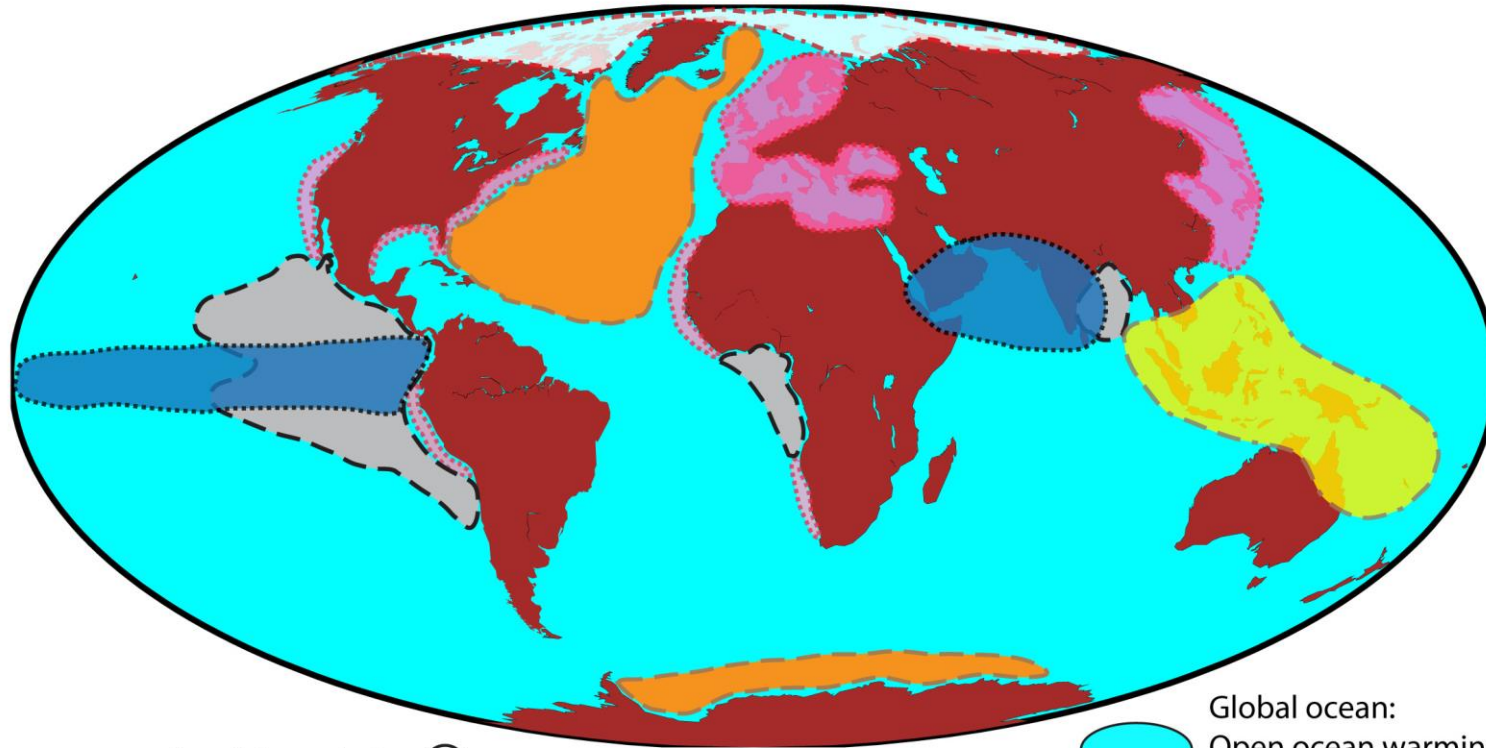
1. γεγονότα που θεωρούνται ακραία στο σημερινό κλίμα θα συμβούν στο μέλλον με πρωτοφανή μεγέθη.
2. μελλοντικά ακραία γεγονότα θα συμβούν επίσης με πρωτοφανή συχνότητα.
3. ορισμένοι τύποι ακραίων φαινομένων μπορεί να εμφανιστούν σε περιοχές που δεν έχουν αντιμετωπίσει προηγουμένως τέτοιου είδους γεγονότα. Για παράδειγμα, καθώς ανεβαίνει η στάθμη της θάλασσας, μπορεί να συμβούν παράκτιες πλημμύρες σε νέες τοποθεσίες και ήδη εκδηλώνονται πυρκαγιές σε περιοχές, όπως τμήματα της Αρκτικής, όπου η πιθανότητα τέτοιων γεγονότων ήταν προηγουμένως χαμηλή.
4. τα ακραία γεγονότα μπορεί επίσης να είναι άνευ προηγουμένου ως προς το χρόνο τους. Για παράδειγμα, εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να εμφανιστούν είτε νωρίτερα είτε αργότερα μέσα στο έτος από ό,τι στο παρελθόν.
5. σύνθετα συμβάντα – όπου πολλαπλά ακραία συμβάντα διαφορετικών ή παρόμοιων τύπων συμβαίνουν ταυτόχρονα ή/και διαδοχικά – μπορεί να είναι πιο πιθανά ή σοβαρά στο μέλλον. Αυτά τα σύνθετα γεγονότα μπορούν συχνά να επηρεάσουν τα οικοσυστήματα και τις κοινωνίες πιο έντονα από ό,τι όταν τέτοια γεγονότα συμβαίνουν μεμονωμένα. Για παράδειγμα, μια ξηρασία μαζί με την υπερβολική ζέστη θα αυξήσει τον κίνδυνο πυρκαγιών και ζημιών ή απωλειών στη γεωργία.

# Κλιματική αλλαγή και ωκεάνια συστήματα

Coastal acidification (1) and deoxygenation (2)

Arctic sea ice reduction (4), marine permafrost thaw (5), polar acidification (6)

Open ocean deoxygenation (3)



Warm water coral reef degradation (7)

Large-scale ocean circulation changes (8)

El Niño and monsoon alterations (9)

Global ocean:

Open ocean warming and marine heatwaves (10), open ocean acidification (11)

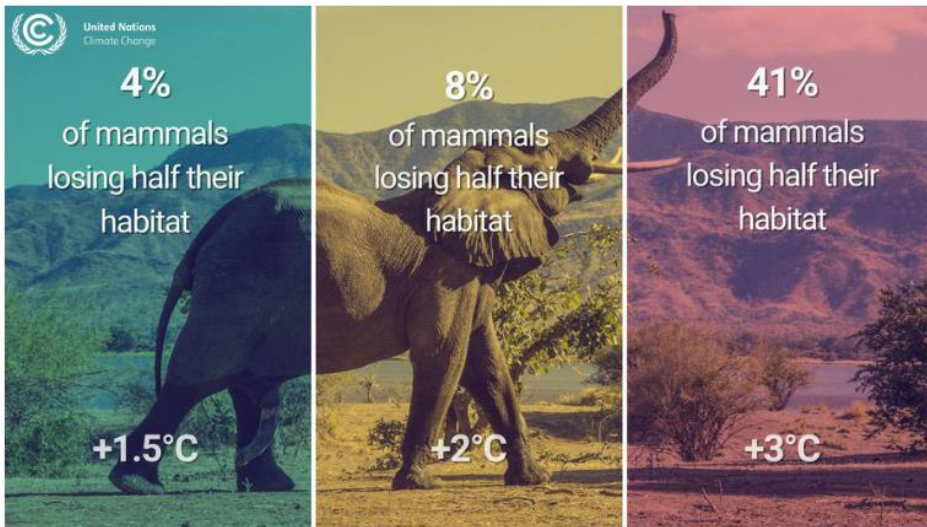
Οι ωκεανοί είναι μια τεράστια δεξαμενή θερμότητας και άνθρακα. Από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, οι ωκεανοί έχουν απορροφήσει περίπου το 30-40% του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και το 93% της θερμότητας που προστίθεται στην ατμόσφαιρα μέσω της ανθρώπινης δραστηριότητας.

Αυτή η υπηρεσία συνοδεύεται από υψηλό κόστος με τη μορφή της θέρμανσης των ωκεανών, της οξίνισης – όπου ο αλκαλικός ωκεανός γίνεται πιο όξινος – και της από-οξυγόνωσης – όπου μειώνεται η περιεκτικότητα του ωκεανού σε οξυγόνο.

Υποψήφιοι για ωκεάνια σημεία ανατροπής (tipping points) υψηλής πιθανότητας που αφορούν την υπερθέρμανση, την απο-οξυγόνωση και την οξίνιση των ωκεανών καθώς και τις επιπτώσεις τους.

# Κλιματική αλλαγή και βιοποικιλότητα

Οι περιβαλλοντικές αλλαγές που οφείλονται στην κλιματική αλλαγή επηρεάζουν τους φυσικούς οικοτόπους και τα είδη με τρόπους που ακόμη διερευνώνται. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει τη βιοποικιλότητα, ενώ η αλλαγή των μοτίβων βροχοπτώσεων, τα ακραία καιρικά φαινόμενα και η οξίνιση των ωκεανών ασκούν πίεση στα είδη που ήδη απειλούνται από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες. Η απειλή για τη βιοποικιλότητα θα αυξηθεί, ωστόσο τα οικοσυστήματα έχουν επίσης την ικανότητα να συμβάλλουν στη μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.



Ένας σημαντικός αντίκτυπος της κλιματικής αλλαγής στη βιοποικιλότητα είναι η αύξηση της έντασης και της συχνότητας των πυρκαγιών, των καταιγίδων ή των περιόδων ξηρασίας. Στην Αυστραλία, στα τέλη του 2019 και στις αρχές του 2020, καταστράφηκαν 97.000 km<sup>2</sup> δάσους και περιβάλλοντα βιότοπων από έντονες πυρκαγιές που είναι πλέον γνωστό ότι έχουν επιδεινωθεί από την κλιματική αλλαγή. Αυτό προσθέτει στην απειλή για τη βιοποικιλότητα που έχει ήδη τεθεί υπό πίεση από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες. Θεωρείται ότι ο αριθμός των απειλούμενων ειδών στην περιοχή μπορεί να αυξήθηκε κατά 14% ως αποτέλεσμα των πυρκαγιών.

Οι αυξανόμενες παγκόσμιες θερμοκρασίες έχουν επίσης τη δυνατότητα να αλλάξουν τα οικοσυστήματα για μεγαλύτερες περιόδους, αλλάζοντας το τι μπορεί να αναπτυχθεί και να ζει μέσα σε αυτά. Υπάρχουν ήδη στοιχεία που υποδηλώνουν ότι οι μειώσεις των υδρατμών στην ατμόσφαιρα από τη δεκαετία του 1990 είχαν ως αποτέλεσμα το 59% των περιοχών με βλάστηση να εμφανίζουν έντονο καφέ χρώμα και μειωμένους ρυθμούς ανάπτυξης παγκοσμίως.



Παρά τις απειλές που θέτει η κλιματική αλλαγή για τη βιοποικιλότητα, γνωρίζουμε επίσης ότι οι φυσικοί βιότοποι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος και μπορούν να βοηθήσουν στην απορρόφηση και αποθήκευση άνθρακα. Τα μαγγρόβια είναι σημαντικές καταβόθρες άνθρακα και ο Αμαζόνιος είναι ένα από τα πιο βιολογικά διαφορετικά μέρη στον πλανήτη και είναι ένα τεράστιο απόθεμα άνθρακα – έως και 100 δισεκατομμύρια τόνους, αν και μια πρόσφατη μελέτη έχει δείξει ότι ο Αμαζόνιος μπορεί τώρα να εκπέμπει περισσότερο άνθρακα από αυτόν απορροφά. Η προστασία αυτών των φυσικών καταβόθρων άνθρακα από περαιτέρω ζημιές είναι ένα σημαντικό μέρος του περιορισμού της κλιματικής αλλαγής.

# Αέριοι ρύποι – αέρια μόλυνση

Οι πρωτογενείς ρύποι είναι αυτοί που εκπέμπονται απευθείας στην ατμόσφαιρα, ενώ οι δευτερογενείς ρύποι σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από πρόδρομα αέρια μέσω χημικών αντιδράσεων και μικροφυσικών διεργασιών.

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι μπορεί να έχουν φυσική, ανθρωπογενή ή μικτή προέλευση, ανάλογα με τις πηγές τους ή τις πηγές των προδρόμων τους.

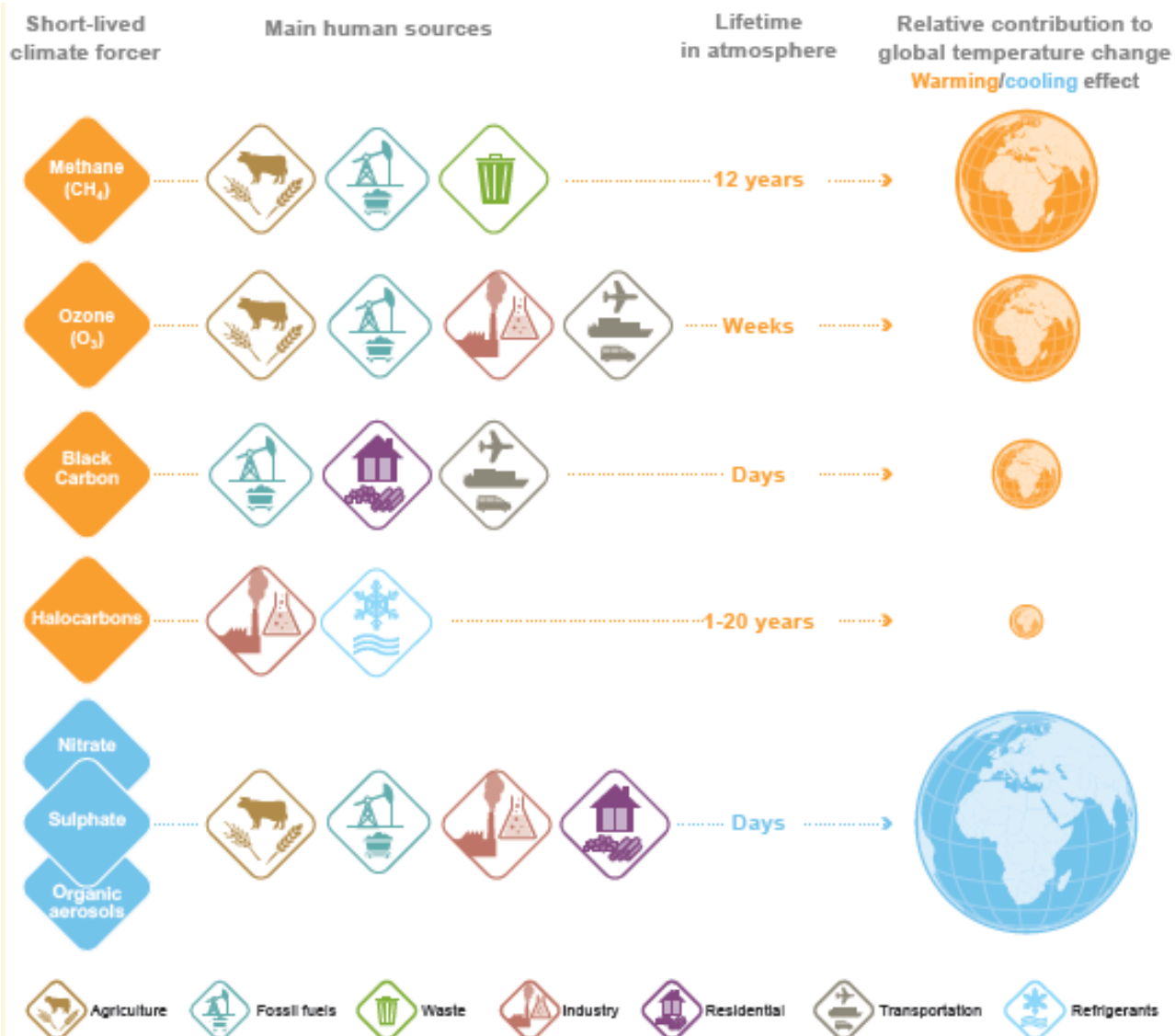
Οι βασικοί πρωτογενείς ατμοσφαιρικοί ρύποι περιλαμβάνουν τα σωματίδια (Particulate Matter - PM), τον μαύρο άνθρακα (Black Carbon - BC), τα οξείδια του θείου ( $SO_2$ ), τα οξείδια του αζώτου ( $NO_x$ ) (συμπεριλαμβανομένου του μονοξειδίου του αζώτου και του διοξειδίου του αζώτου,  $NO_2$ ), την αμμωνία ( $NH_3$ ), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), μεθάνιο ( $CH_4$ ), πτητικές οργανικές ενώσεις μη μεθανίου (Non-Methane Volatile Organic Compounds NMVOCs), συμπεριλαμβανομένου του βενζολίου, και ορισμένα μέταλλα και πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, συμπεριλαμβανομένου του βενζο[a]πυρενίου (BaP).

Βασικοί δευτερογενείς ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι τα PM, το όζον ( $O_3$ ), το  $NO_2$  και αρκετές οξειδωμένες πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs). Τα βασικά πρόδρομα αέρια για τα δευτερεύοντα PM είναι το διοξείδιο του θείου ( $SO_2$ ), το  $NO_x$ , το  $NH_3$  και οι VOCs. Αυτοί οι ρύποι και τα πρόδρομά τους αέρια μπορεί να είναι φυσικής και ανθρωπογενούς προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων:

- καύση ορυκτών καυσίμων στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά·
- βιομηχανικές διεργασίες και χρήση διαλυτών, για παράδειγμα στη χημική βιομηχανία και στη βιομηχανία εξόρυξης·
- γεωργία;
- επεξεργασία αποβλήτων·
- φυσικές πηγές, συμπεριλαμβανομένων των ηφαιστειακών εκρήξεων, της σκόνης από τον άνεμο, του ψεκασμού με θαλασσινό αλάτι και των εκπομπών πτητικών οργανικών ενώσεων από φυτά.



# Αέρια ρύπανση και κλιματική αλλαγή

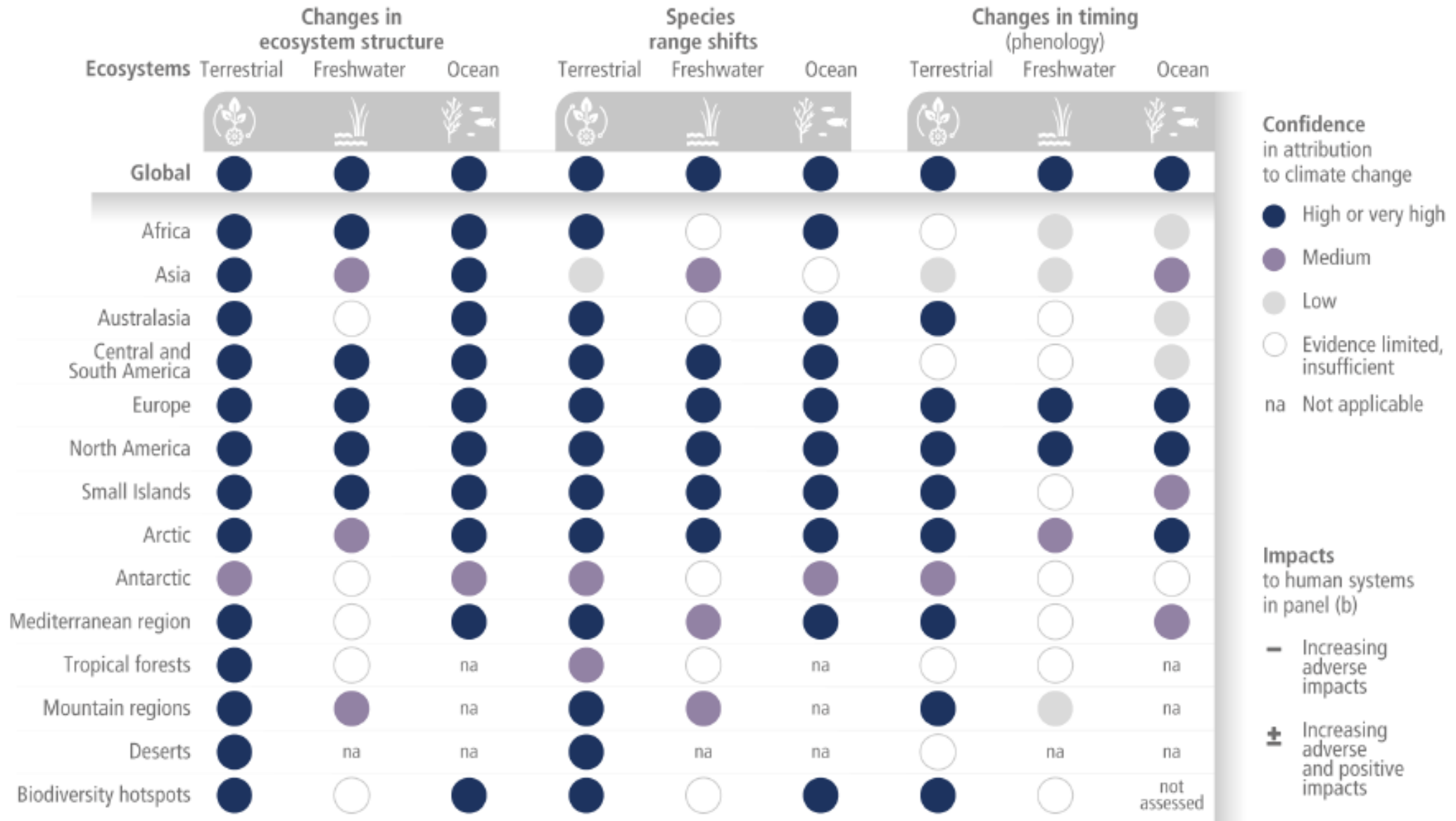


Οι κύριοι βραχύβιοι κλιματικοί παράγοντες, οι πηγές τους, το χρονικό διάστημα που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα και η σχετική συνεισφορά τους στις αλλαγές της παγκόσμιας θερμοκρασίας της επιφάνειας μεταξύ 1750 και 2019.

Εξ ορισμού αυτή η συνεισφορά εξαρτάται από τη διάρκεια ζωής, το δυναμικό θέρμανσης/ψύξης και τις εκπομπές κάθε χημικής ένωσης στην ατμόσφαιρα. Το μπλε υποδηλώνει ψύξη και το πορτοκαλί θέρμανση. Μεταξύ 1750 και 2019, η συνεισφορά ψύξης από αερολύματα (μπλε ρόμβοι και υδρόγειος σφαίρα) ήταν περίπου η μισή από τη συμβολή του διοξειδίου του άνθρακα στη θέρμανση.

# Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα οικοσυστήματα

(a) Observed impacts of climate change on ecosystems



# Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα συστήματα που επηρεάζουν άμεσα τον άνθρωπο

(b) Observed impacts of climate change on human systems

Human systems	Impacts on water scarcity and food production				Impacts on health and wellbeing				Impacts on cities, settlements and infrastructure			
	Water scarcity	Agriculture/crop production	Animal and livestock health and productivity	Fisheries yields and aquaculture production	Infectious diseases	Heat, malnutrition and other	Mental health	Displacement	Inland flooding and associated damages	Flood/storm induced damages in coastal areas	Damages to infrastructure	Damages to key economic sectors
Global	+	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Africa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asia	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Australasia	+	-	+	-	-	-	-	not assessed	-	-	-	-
Central and South America	+	-	+	-	-	-	not assessed	-	-	-	-	-
Europe	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
North America	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Small Islands	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arctic	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Cities by the sea	○	○	○	-	○	-	not assessed	-	○	-	-	-
Mediterranean region	-	-	-	-	-	-	not assessed	-	+	-	○	-
Mountain regions	+	+	-	○	-	-	-	-	-	na	-	-