



# Τηλεπισκόπηση και Κλιματική Αλλαγή



Νεκτάριος Χρυσουλάκης

Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης | IYM | <http://rslab.gr>

<http://rslab.gr>



Nektarios Chrysoulakis  
Director of Research - Head of RSLab



Zina Mitroka  
Assistant Researcher



Dimitris Poursanidis  
Postdoctoral Fellow



Giorgos Somarakis  
Postdoctoral Fellow



Michael Fournelis  
Collaborating Researcher



George Kochilakis  
Collaborating Research Assistant



Nektarios Spyridakis  
Collaborating Technician



Giannis Lantzanakis  
Research Assistant



David Parasatidis  
Research Assistant



Manolis Panagiotakis  
Research Assistant



Konstantinos Politakos  
Research Assistant



Maria Gkolemi  
Research Assistant



Stavros Stagakis  
Research Assistant



Dimitris Tsiarantonakis  
Research Assistant



Vasileios Geladaris  
Research Assistant



Iosif Doundoulakis  
Research Assistant





UAS - Hyperspectral



Flux Towers



Field Spectroradiometer



VHR Satellite Imagery



UAS - Optical/Thermal



Meteorological Stations



AERONET System



PhenoCams

## Ιστοσελίδα μαθήματος

<http://ph338.edu.physics.uoc.gr>

ΕΡΜΗΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ  
ΦΥΣ-338

[Αρχική Σελίδα](#)
[Διδασκεία Υψη](#)
[Ομαδικές Εργασίες](#)
[Βιβλιογραφία](#)
[Δορυφορικά Δεδομένα](#)

**Αρχές και Εφαρμογές Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης**

**Διδάσκων:** Νικόλαος Χουσιούλακας  
**Email:** zeddz@iacm.forth.gr

**Ώρες Μαθημάτων**

Τρίτη	Πέμπτη
10:00 - 12:00	11:00 - 13:00
(Αίθουσα 1)	(Αίθουσα 1)

**Ανακοινώσεις**

- Το πρώτο μάθημα θα πραγματοποιηθεί την Τρίτη **13 Φεβρουαρίου**.
- Μήνυτος εριθός φοιτητών **25**
- Το **Θεωρητικό μέρος** του μαθήματος θα ολοκληρωθεί σε 6 εβδομάδες με σύνολο διδακτικών ωρών 25 και εξετάσεις με την μορφή **Προόδου**.
- Επίσης υποχρεωτική είναι η εκπόνηση **Ομαδικών Εργασιών** (projects), των οποίων η ανάθεση θα βασιστεί στα αποτελέσματα της Προόδου στα μέσα Μαρτίου.
- Η τελική **εξέλιξη** θα βασιστεί τόσο στην Προόδο (25%) όσο και στις Ομαδικές Εργασίες (75%).

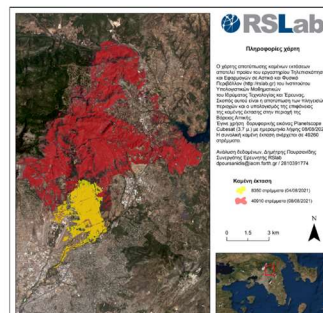
**Σκοπός του Μαθήματος**

Το μάθημα απευθύνεται σε φοιτητές του 3ου έτους. Σκοπός του μαθήματος είναι η γνωριμία με τη Δορυφορική Τηλεπισκόπηση και την Παρατήρηση της Γης, καθώς και η απόκτηση βασικών γνώσεων για τη δυνατότητα εφαρμογών τόσο στο φυσικό όσο και στο αστικό περιβάλλον. Θα παρουσιαστεί το δυναμικό της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης να υποστηρίξει ένα μεγάλο εύρος επιστημονικών πεδίων που εμπλεκόμενα στη μελέτη του περιβάλλοντος και θα αναδειχθούν τα οφέλη που μπορούν να αποκομίσουν οι φοιτητές του Τμήματος Φυσικής από το μάθημα αυτό. Λόγω του μεγάλου εύρους των εφαρμογών της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης στα παραπάνω πεδία η παρουσίαση εφαρμογών δεν θα είναι εξαντλητική, αλλά στόχος είναι να αποσπαστεί τη βάση για την περαιτέρω αναγνώριση. Για το λόγο αυτό έχουν επιλεγεί βασικές εφαρμογές της Παρατήρησης της Γης, θα δοθούν οι φυσικοί μηχανισμοί οι οποίοι σφαιρούν την Παρατήρηση της Γης, καθώς και τεχνικές για την επεξεργασία των δορυφορικών εικόνων, ορισμένα δορυφορικά μηχανισμικά συστήματα που επιτρέπουν την εξαγωγή συμπερασμάτων από τη συνδυαστική αξιοποίηση των διαφόρων φασματικών περιοχών στις οποίες καταγράφουν οι συνεχόμενες Παρατηρήσεις της Γης. Για την πληρότητα της παρουσίασης των εφαρμογών, θα γίνει επίσης αναφορά στο ρόλο της Παρατήρησης της Γης στη μελέτη των δύο παρόντων προκλήσεων οι οποίες έχουν άμεση αλληλεπίδραση και μετασχηματίζουν την ανθρώπινη ζωή της Κλιματικής Αλλαγής και της Αστικοποίησης. Τέλος, θα παρουσιαστεί το διεθνές περιβάλλον και η Ελληνική πραγματικότητα στο πεδίο της Παρατήρησης της Γης με έμφαση στα χαρακτηριστικά του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Διαστήματος (ESA) και στις υπηρεσίες της Ευρωπαϊκής υποδομής Copernicus.

## Ομαδικές Εργασίες

### Ομαδικές Εργασίες Ακαδημαϊκού Έτους 2023 - 2024

- Εκτίμηση της θερμοκρασίας εδάφους από δεδομένα εναέριας λήψης θερμικής κάμερας
- Μοντελοποίηση της τρισδιάστατης θερμοκρασίας εδάφους αστικών περιοχών
- Δημιουργία υπέρ-φασματικής βιβλιοθήκης από εικόνες υψηλής διακριτικής ικανότητας της υπερφασματικής κάμερας HySpex, και εκπαίδευση ενός Convolutional Neural Network για την ταξινόμηση τους. Σύγκριση του αποτελέσματος με το pixel based X-SVM μοντέλο
- Αποτύπωση του μπλε άνθρακα από το Διάστημα, μια χωροχρονική προσοπτική με χρήση παρατηρήσεων από τους δορυφόρους Landsat/Sentinel 2
- Συνδυασμός προϊόντων για την δημιουργία δυναμικών χαρτών κάλυψης γης και συγκριτική μελέτη με προϊόντα κάλυψης γης απο διαφορετικές πηγές
- Παραγωγή χαρτών θερμικής άνεσης με τους δείκτες UTCI ή PET(mPET) με χρήση προϊόντων δορυφορικής τηλεπισκόπησης



### Ομαδικές Εργασίες παλαιότερων ετών

- Συσχέτιση επίγειων μετρήσεων πεδίου και δορυφορικών καταγραφών World View 3, για την εκπαίδευση αλγόριθμων μηχανικής μάθησης και την ταξινόμηση αν δορυφορικών εικόνων
- Ανάλυση χρονοσειρών μετρήσεων απο τα επίγεια δίκτυα τηλεπισκόπησης AEROSOLS, AERONET (Aerosol RObotic NETwork), που δημιουργήθηκαν από τη NASA κ των με τις εκπαιυτέε διαειδιει του άνθρακα (CO2) από τους μικρομετεωρολογικούς πύργους του Ερευνητικού Τελεπιακόπησης στο Ηράκλειο

## Διδακτέα Ύλη

#	Ενότητα		
1	Ο ρόλος και η αναγκαιότητα της Δορυφορικής Τηλεπισκόπησης στη μελέτη της Κλιματικής Αλλαγής και της Πλανητικής Μεταβολής	Slides	Υλικό
2	Χαρακτηριστικά δορυφορικών καταγραφών, τυπικές εφαρμογές και μελλοντικές τάσεις	Slides	Υλικό
3	Μέτρηση από απόσταση: διάδοση ακτινοβολίας και αλληλεπίδρασή της με τα υλικά της επιφάνειας και την ατμόσφαιρα	Slides	Υλικό
4	Εκτίμηση βιο-γεωφυσικών παραμέτρων: αποτύπωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας του εδάφους	Slides	Υλικό
5	Μέθοδοι ταξινόμησης δορυφορικών καταγραφών και αξιολόγησης της ακριβείας τους	Slides	Υλικό
6	Διαθεσιμότητα των δορυφορικών δεδομένων και εργαλεία επεξεργασίας τους	Slides	Υλικό



# Προγραμματισμός 2024

February		March	
1 Th		1 Fr	
2 Fr		2 Sa	
3 Sa		3 Su	
4 Su		4 Mo	
5 Mo		5 Tu	RS6
6 Tu		6 We	
7 We		7 Th	RS7
8 Th		8 Fr	
9 Fr		9 Sa	
10 Sa		10 Su	
11 Su		11 Mo	
12 Mo		12 Tu	RS8
13 Tu	RS1	13 We	
14 We		14 Th	RS9
15 Th	RS2	15 Fr	
16 Fr		16 Sa	
17 Sa		17 Su	
18 Su		18 Mo	
19 Mo		19 Tu	RS10
20 Tu	RS3	20 We	
21 We		21 Th	RS11
22 Th	RS4	22 Fr	
23 Fr		23 Sa	
24 Sa		24 Su	
25 Su		25 Mo	
26 Mo		26 Tu	RS-Proodos
27 Tu	RS5	27 We	
28 We		28 Th	
29 Th		29 Fr	
		30 Sa	
		31 Su	

# Κλιματική Αλλαγή

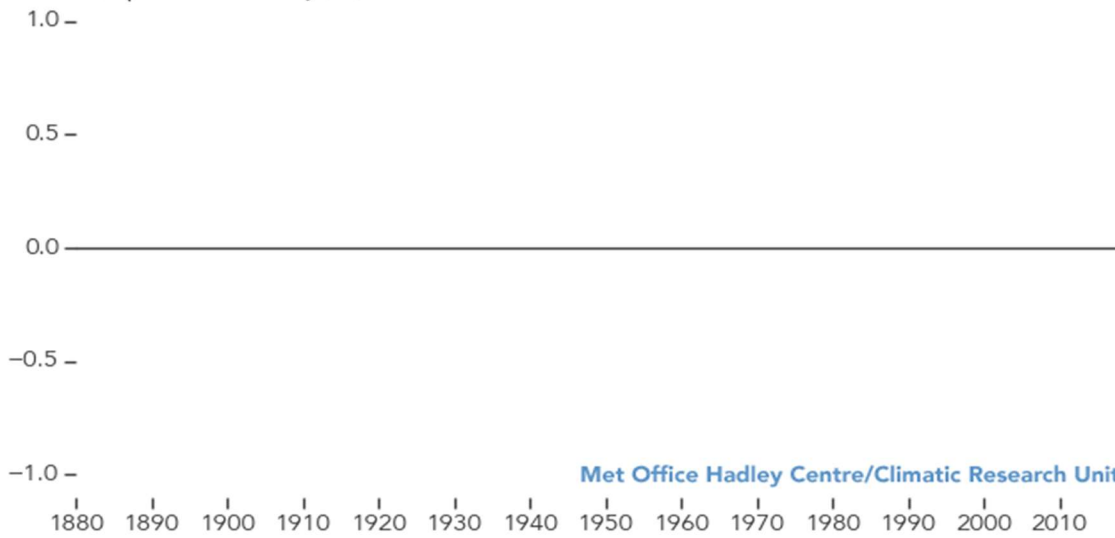


(NASA 2019)

## Κλιματική Αλλαγή

**A World of Agreement: Temperatures are Rising**

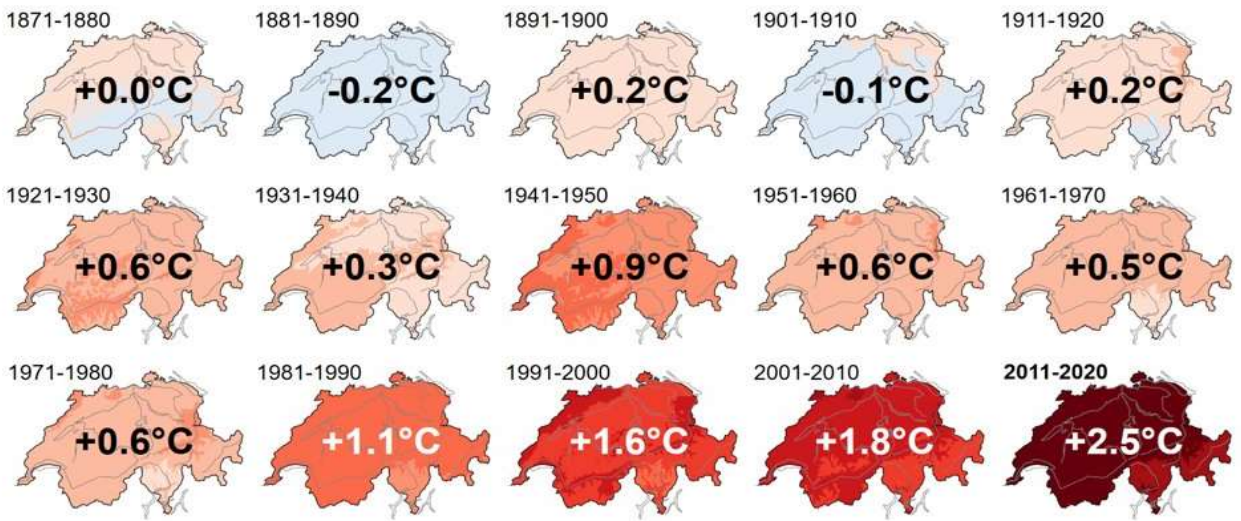
Global Temperature Anomaly (°C)



(NASA 2019)

## Κλιματική Αλλαγή

Abweichung 1871-1900 (°C)



(Meteo Swiss 2021)

# Κλιματική Αλλαγή

CA.GOV | About OPR | Publications | E-Lists | Contact Us

Governor's Office of Planning and Research

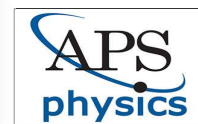
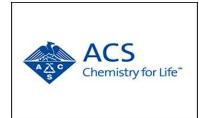
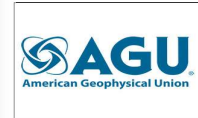
Clearinghouses | CEQA | Facts and Metrics | Planning and Land Use | Meetings and Events

Home | Facts and Metrics | The Scientific Consensus | List of Worldwide Scientific Organizations

## List of Worldwide Scientific Organizations

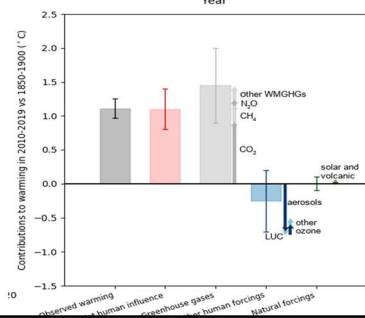
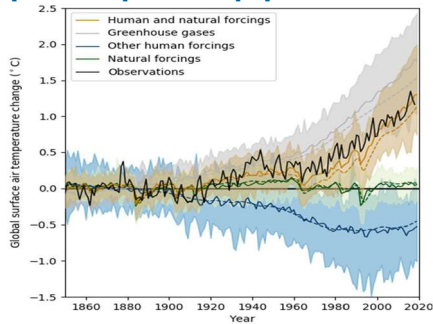
The following are scientific organizations that hold the position that Climate Change has been caused by human action:

- ▶ [Academia Chilena de Ciencias, Chile](#)
- ▶ [Academia das Ciencias de Lisboa, Portugal](#)
- ▶ [Academia de Ciencias de la República Dominicana](#)
- ▶ [Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela](#)
- ▶ [Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala](#)
- ▶ [Academia Mexicana de Ciencias, México](#)
- ▶ [Academia Nacional de Ciencias de Bolivia](#)
- ▶ [Academia Nacional de Ciencias del Peru](#)
- ▶ [Académie des Sciences et Techniques du Sénégal](#)
- ▶ [Académie des Sciences, France](#)

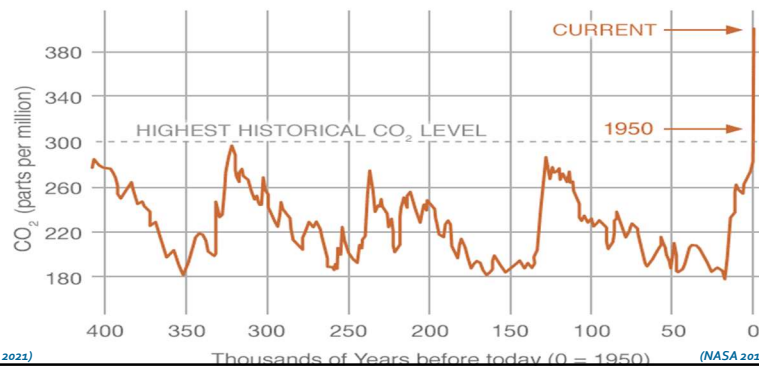
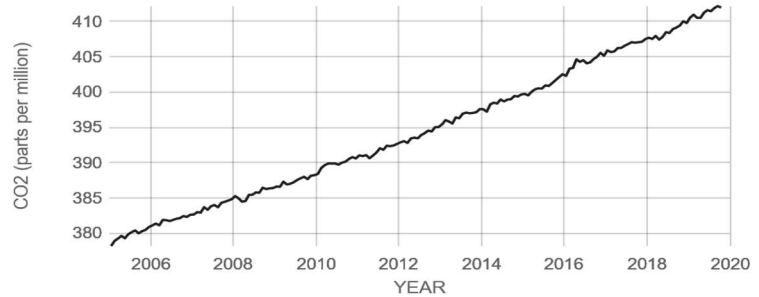


(NASA 2019)

# Κλιματική Αλλαγή

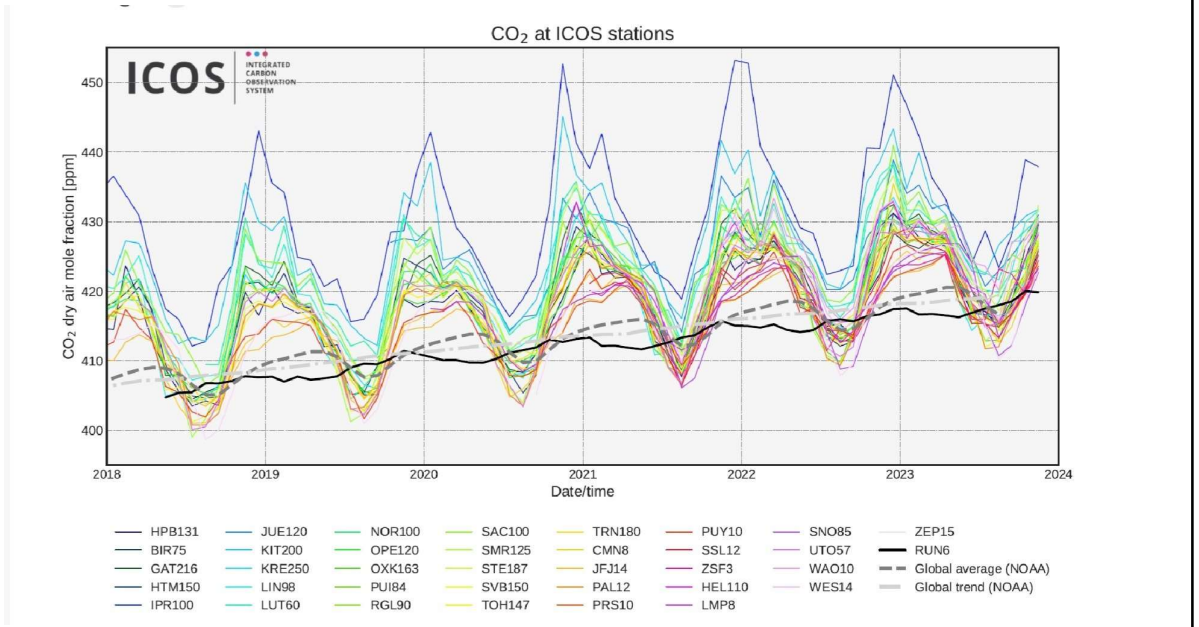


(IPCC 2021)

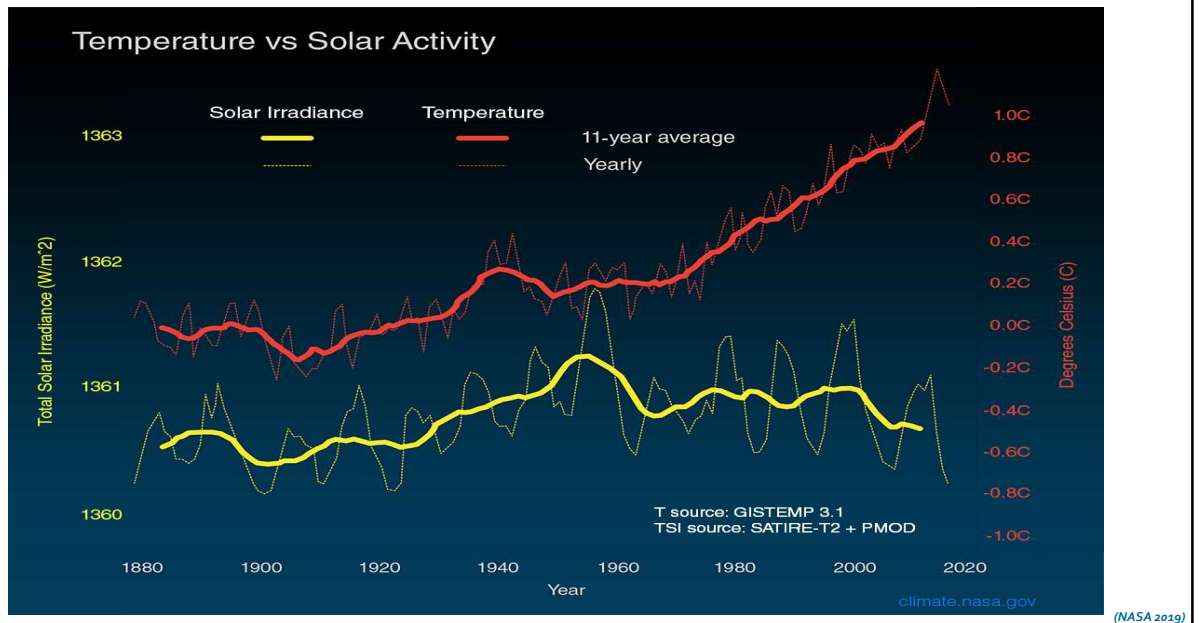


(NASA 2019)

# Κλιματική Αλλαγή



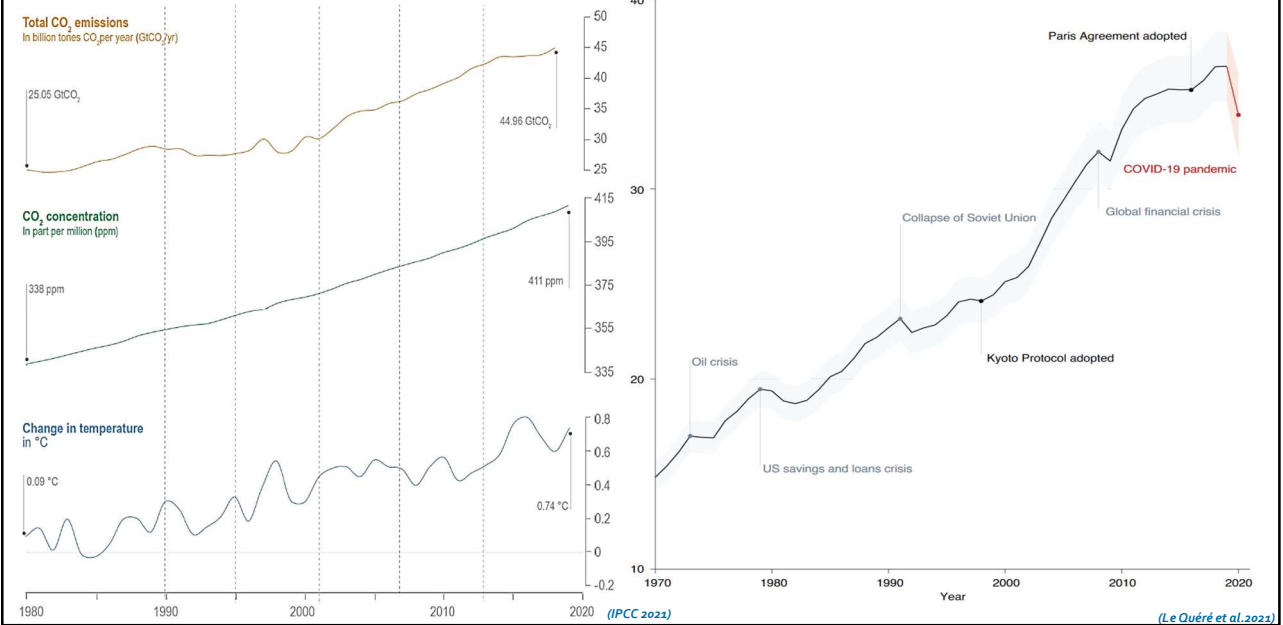
# Κλιματική Αλλαγή





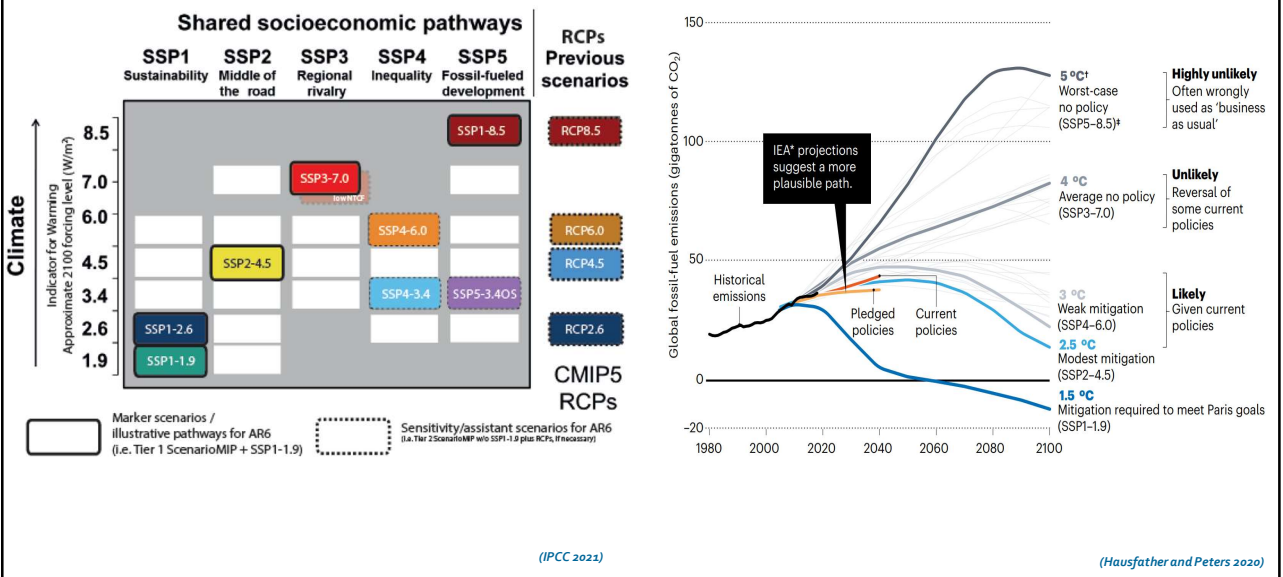
1. What the difference between emissions and concentrations and how COVID-19 affected emissions?

## Κλιματική Αλλαγή

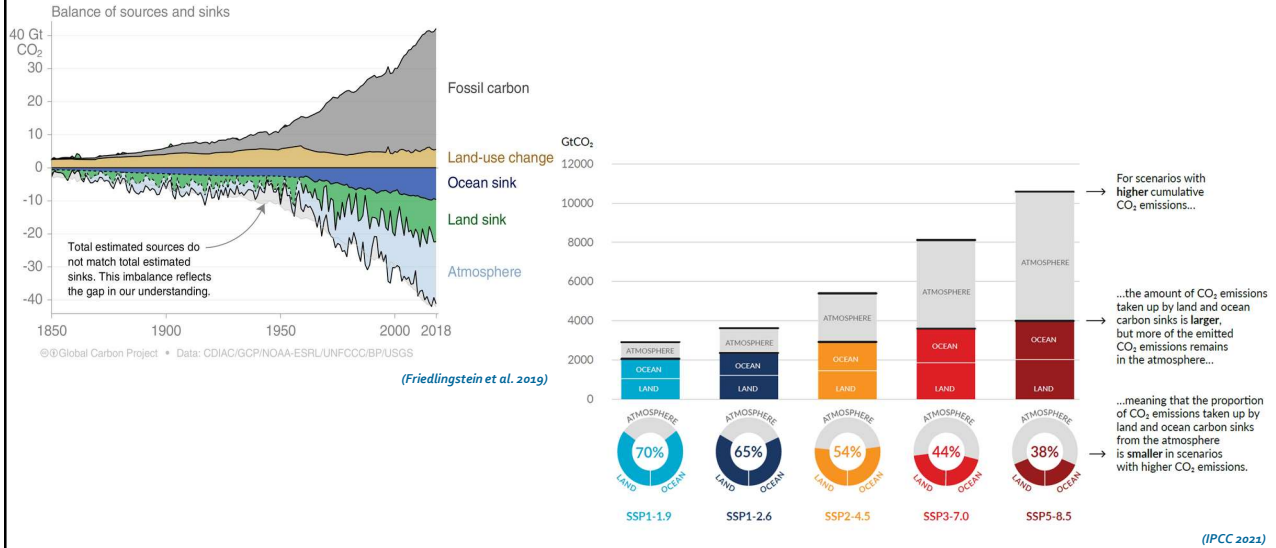


3. What are the SSP, what is their difference from RCPs and which climate scenario are the most likely ones?

## Κλιματική Αλλαγή

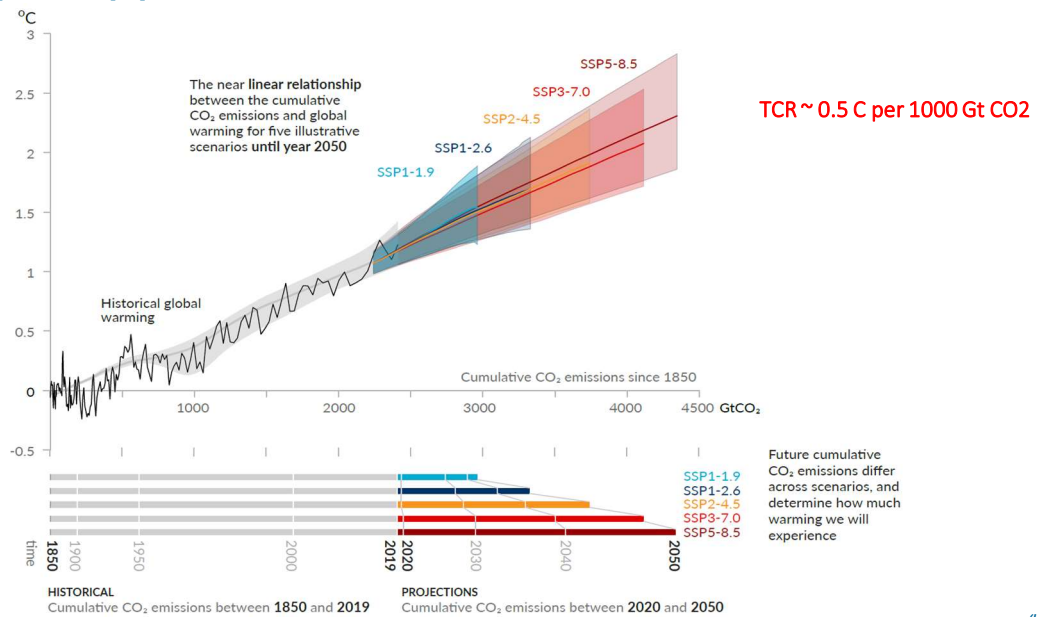


# Κλιματική Αλλαγή

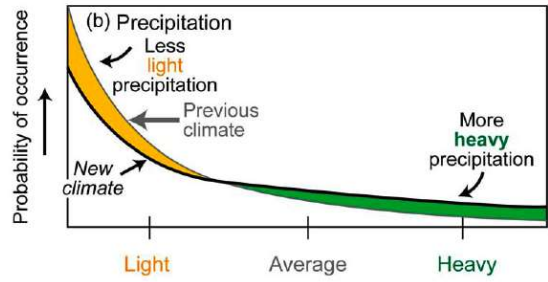
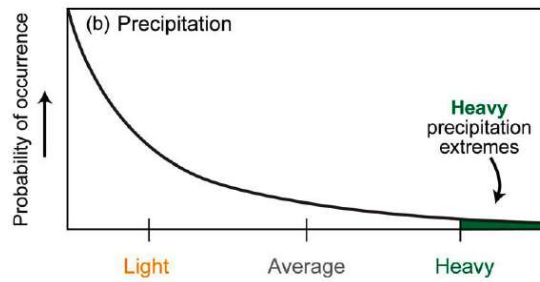
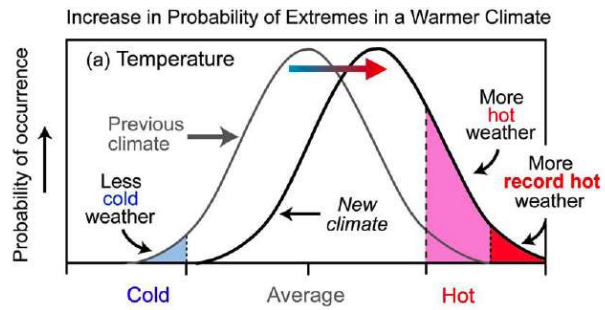
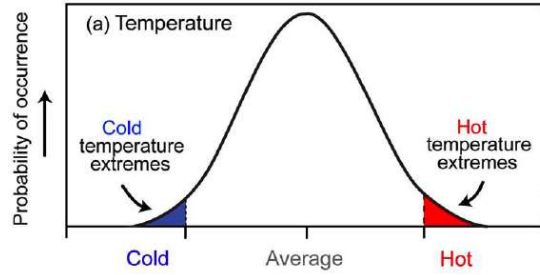


## 4. What is the Transect Climate Response (TRC)?

# Κλιματική Αλλαγή

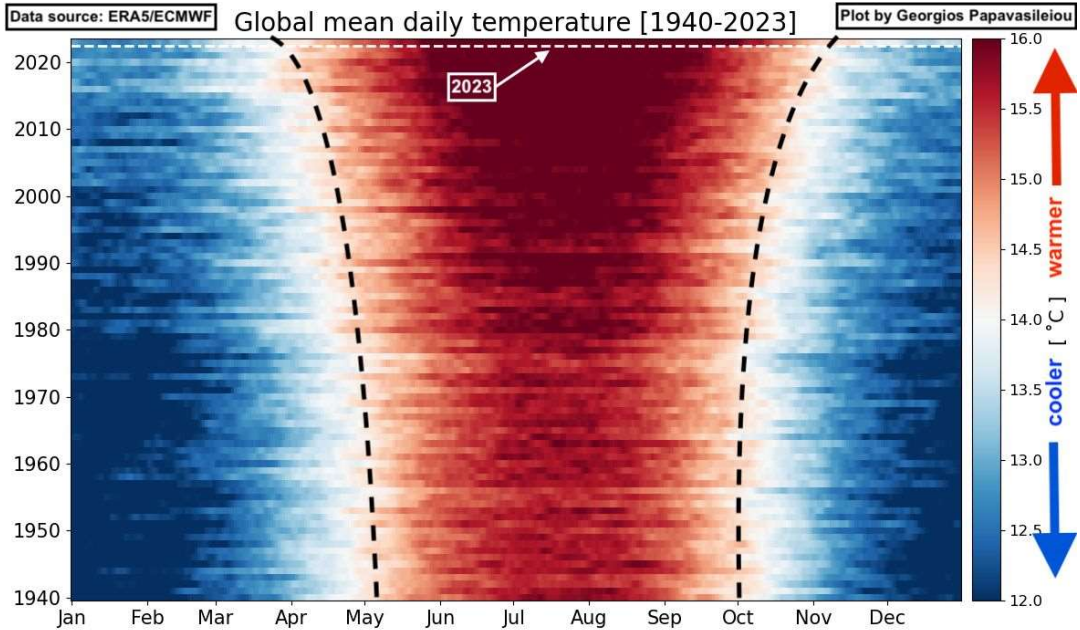


# Επιπτώσεις



(IPCC 2013)

# Επιπτώσεις

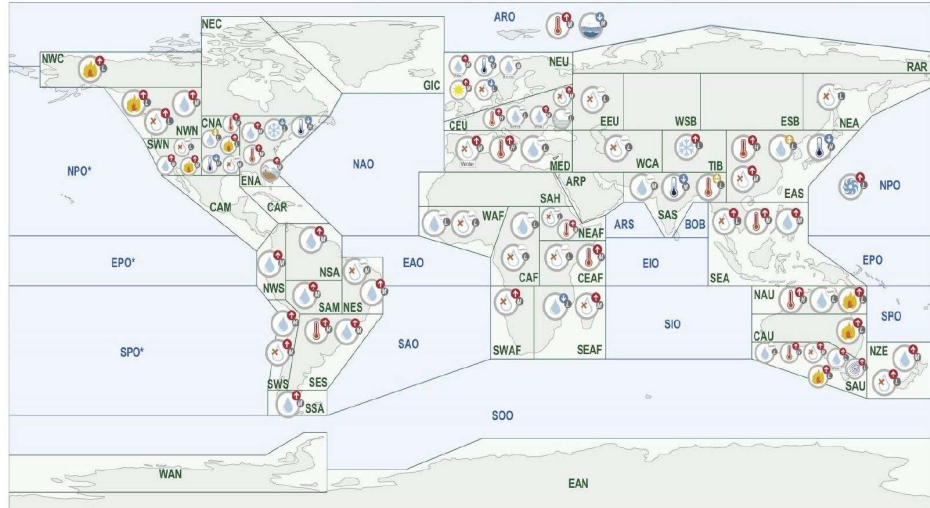


# Επιπτώσεις



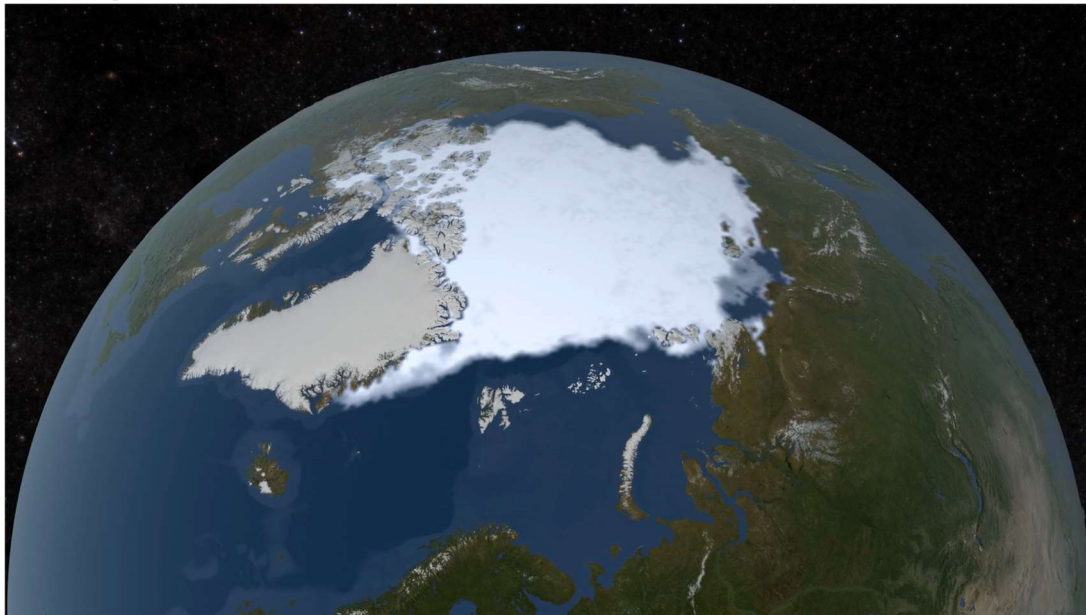
Overview of assessed events

Type of extreme events				Confidence level	Signal
Heat wave	Extreme rainfall	Fire	Slagnant air	High	Increase
Cold wave	Drought	Sea ice Extent	High pressure	Medium	Decrease
Sunshine hours	Hurricane activity	Snow storm	Hurricane-related flooding	Low	Mixed signal
					No signal



(IPCC 2022)

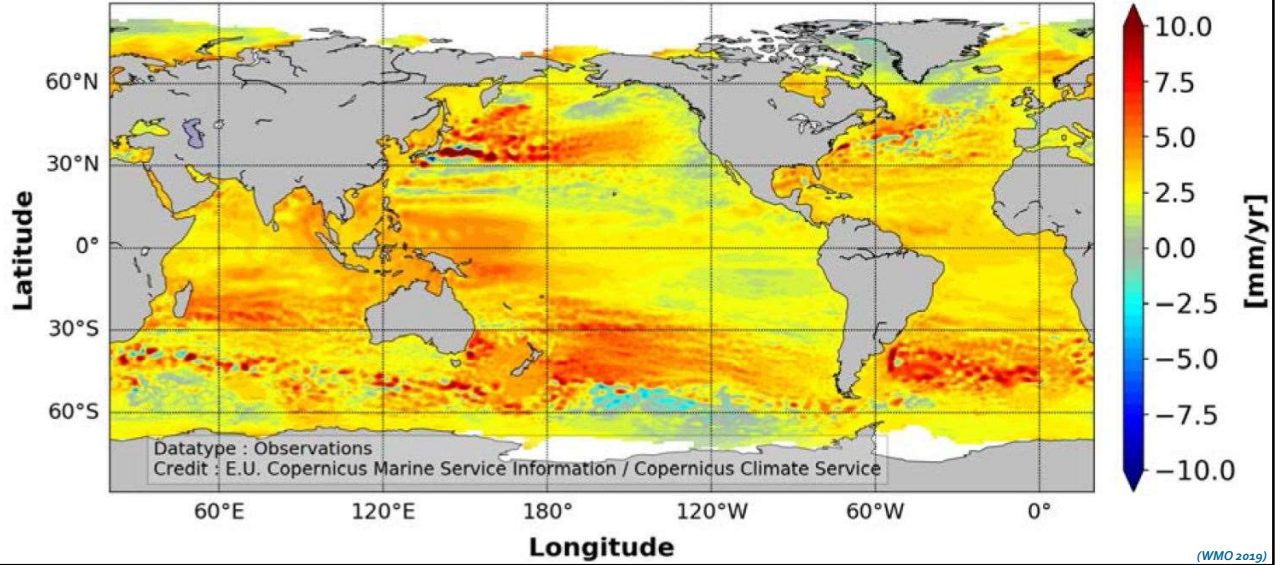
# Επιπτώσεις



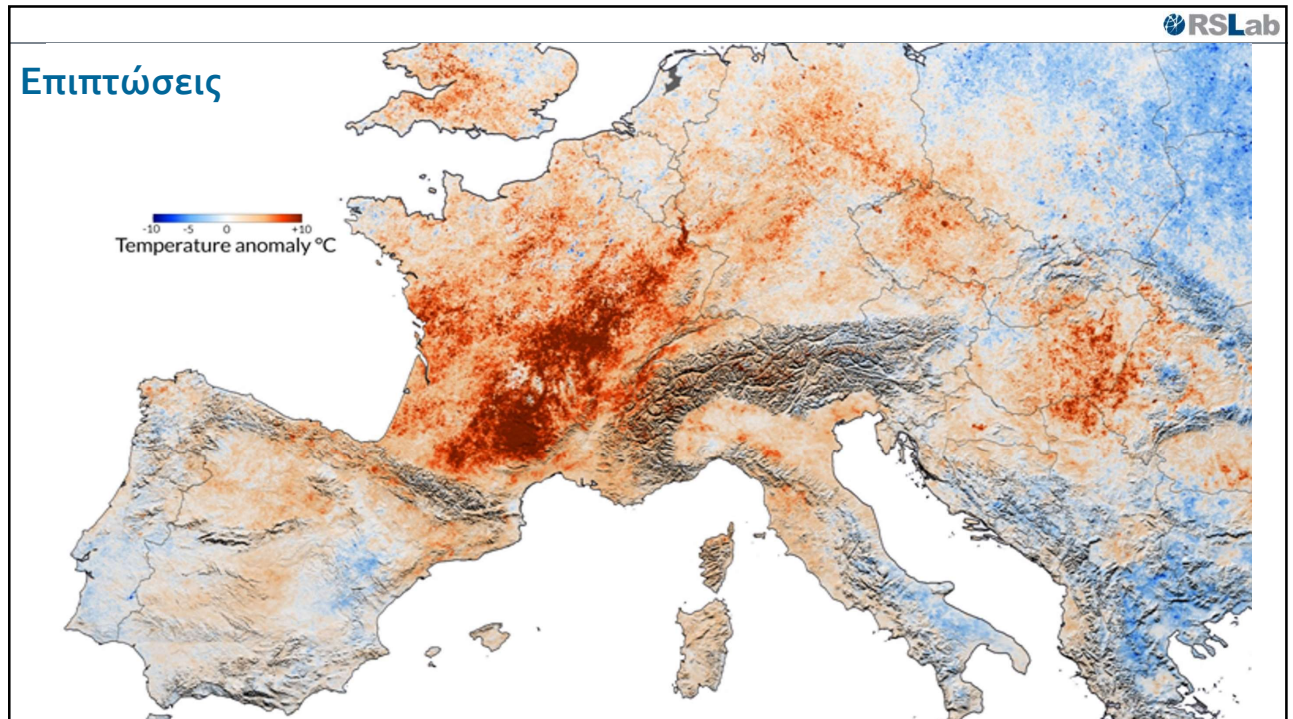
(NASA 2019)

Επιπτώσεις

Regional Mean Sea Level Trends (Jan-1993 to May-2019)



Επιπτώσεις



# Επιπτώσεις

The Telegraph

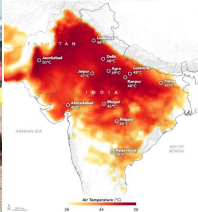
HOME NEWS SPORT BUSINESS ALL SECTIONS

## News

UK World Politics General Election 2017 Science Education Health Brexit Royals Investigations

UK weather: Health warning issued as rising temperatures could see Britain bask in hottest June day since 1976

41 Comments



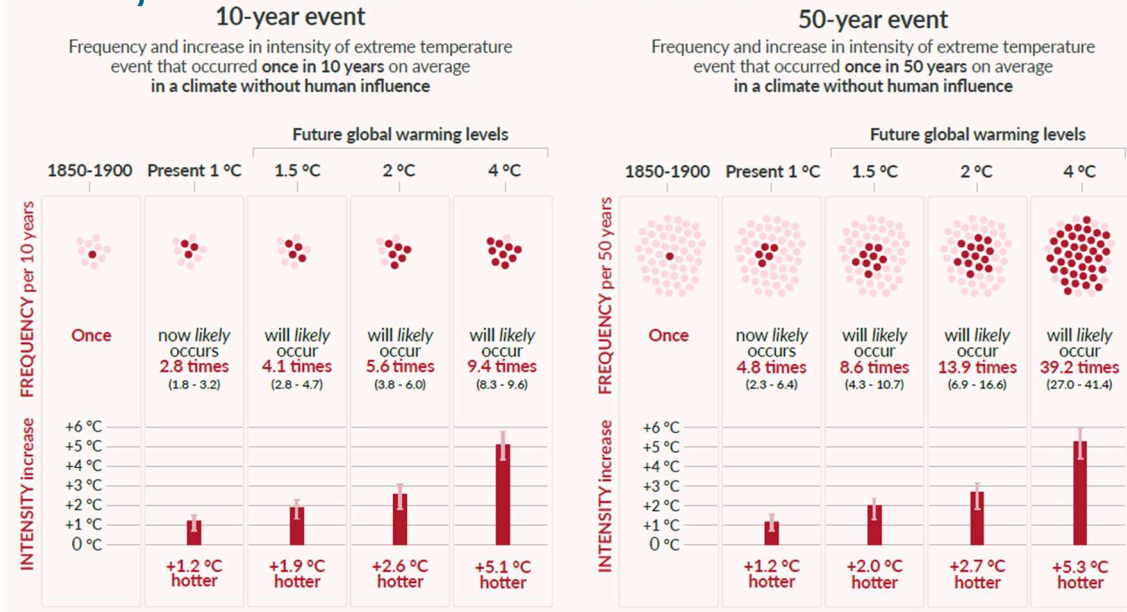
# Επιπτώσεις



5. What is the difference in impact between 1.5 °C and 2 °C.

## Επιπτώσεις

### Hot temperature extremes over land

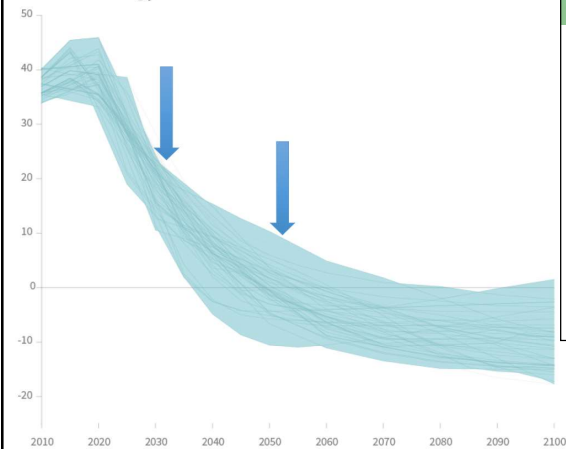


6. What are the NDCs?

## Μέτρα Πολιτικής

Global total net CO<sub>2</sub> emissions

Billion tonnes of CO<sub>2</sub>/yr



Timing of net zero CO<sub>2</sub>  
Line widths depict the 5-95th percentile and the 25-75th percentile of scenarios

(Skea 2020)

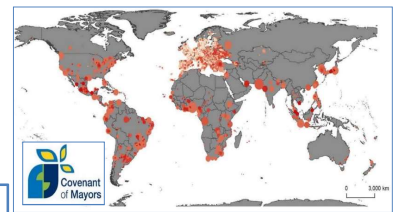
**#EU Green Deal**

European Commission - Press release

The European Commission today presented **The European Green Deal** – a roadmap for making the EU a more sustainable, thriving climate and environmental challenges with opportunities across all policy areas and making the transition just and inclusive for all.

**Εθνικό σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα**

ΑΡΙΘΜΟΣ: ΝΟΜΟΣΧΕΔΙΟ 2020



**AMBITIOUS CITIES**

**8800+** European cities committed

**230+** million inhabitants covered – almost half of the EU population

2020: 20% CO<sub>2</sub> emissions

2030: 40% CO<sub>2</sub> emissions

2050: Citizens live in decarbonised and digital cities with access to sustainable, secure and affordable energy

Munster, Germany: Aims at 100% renewables, 100% electro-mobility & tripling buildings renovation rate by 2050

Several targets, one vision

7. What are the main points of the Glasgow Climate pact?

## Μέτρα Πολιτικής The Glasgow Climate Pact



**Global Methane Pledge (GMP)**  
 Led by the US and EU commission  
 Reduction of global anthropogenic methane (CH4) emissions across all sectors by **30% below 2020 levels by 2030**.  
 Signatories (11 November 2021), 108 countries +EC  
**Impact: 0,8 (2.4) GtCO<sub>2</sub>**

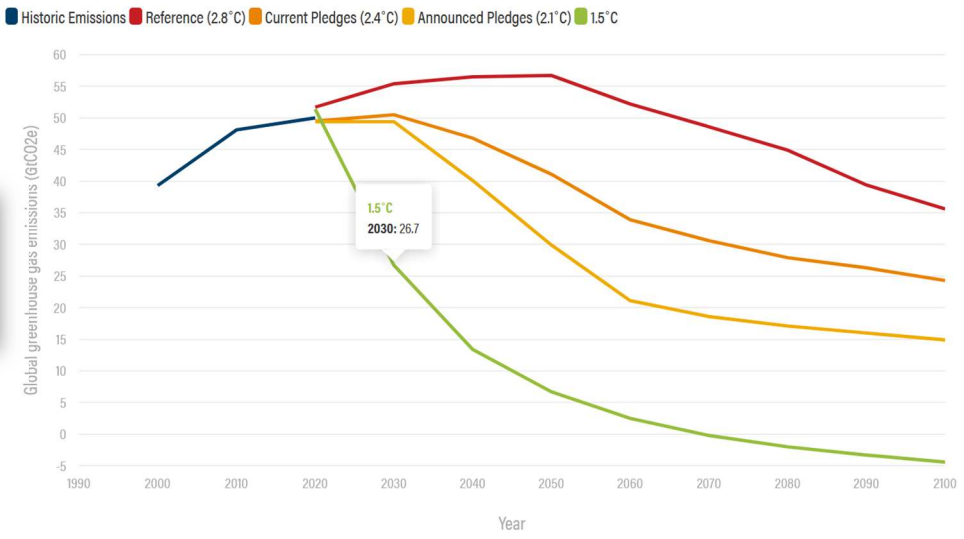
**Declaration on Accelerating the Transition to 100% Zero Emission Cars and Vans**  
 Led by the UK COP26  
 Aims to reach a 100% share of new cars and vans being zero emissions globally by 2040, and by no later than 2035 in leading markets  
**Impact: 0.1 (0,75) GtCO<sub>2</sub>**

**Global Coal to Clean Power Transition Statement**  
 Clause 2 : “transition away from unabated coal generation in either the 2030s for major economies,” or 2040s otherwise.  
 Clause 3 “to cease issuance of new permits and stop new construction for any planned coal plants which have not already achieved financial closure.”  
**Impact: 0,2(2) GtCO<sub>2</sub>**

**Glasgow Leaders' Declaration on Forests and Land Use**  
 to halt and reverse forest loss and land degradation by 2030, backed by public funds for forest conservation and a global roadmap to make 75% of forest commodity supply chains sustainable  
 Signed by 120 countries,  
**Impact: 1,1 (3) GtCO<sub>2</sub>**

(Perugini 2021)

## Μέτρα Πολιτικής Emissions and Temperature Outcomes for NDCs and Net-zero Pledges



Source: Adapted from Climate Analytics and World Resources Institute (2021)  
 Reference scenario from Climate Action Tracker (2019); 1.5C-Compatible scenario from IPCC



# Μέτρα Πολιτικής Main outcomes os COP27



**Progress**

- ☺ First Just Energy Transition Partnerships (JETPs) secured for South Africa and Indonesia.
- ☺ First agreement on Loss and Damage fund for vulnerable countries hit hard by climate disasters.
- ☺ Launch of the Sharm el-Sheikh Adaptation Agenda to enhance resilience for 4 billion people living in most climate vulnerable communities by 2030.
- ☺ Launch of the Global Shield against Climate Risks – G7 countries agreed to support the V20 (Vulnerable 20 group) to support climate risk insurance and prevention.
- ☺ Launch of the Africa Carbon Markets Initiative to unlock \$6 billion in revenue & support 30 million jobs by 2030.
- ☺ First ever Children and Youth Pavilion at COP27.

**More to do**

- ☹ \$1bn annual climate finance target by 2020 missed (projected to be met in 2023).
- ☹ No clear operational plans or delivery on the loss and damage fund.

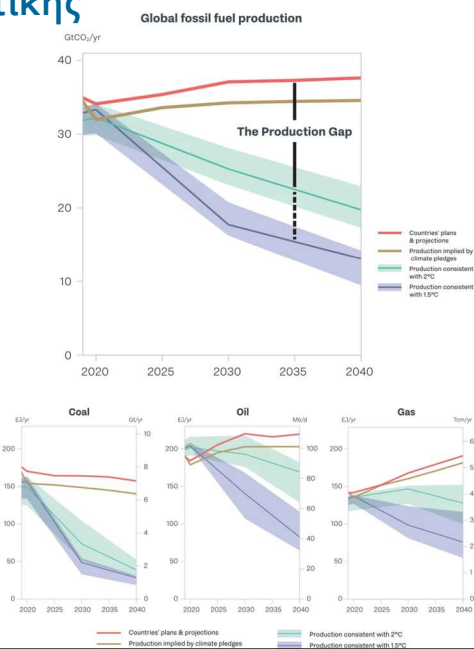
**A long way to go**

- ☹ The world is not on track for a 1.5°C future.
- ☹ 163 countries did not increase their national climate target, out of a total of 198.
- ☹ No agreement to phase out fossil fuels

(Climate Governance Initiative 2023)

## 9. What is the production gap?

### Μέτρα Πολιτικής



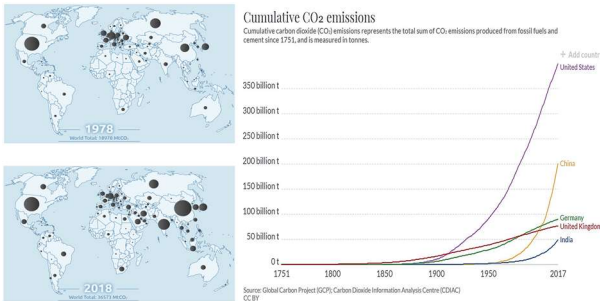
Country	Planned/projected changes in national fossil fuel production for 2030 relative to 2019 (EJ)		
	Coal	Oil	Gas
Australia	0.2 EJ	5.3 EJ	0.6 EJ
Brazil			1.3 EJ
Canada	0.5 EJ	1.4 EJ	0.3 EJ
China	9.2 EJ	0.6 EJ	3.8 EJ
Germany	0.6 EJ		
India*	6.1 EJ	0.5 EJ	0.8 EJ
Indonesia	0.7 EJ	0.7 EJ	0.2 EJ
Mexico		2.4 EJ	0.5 EJ
Norway		0.3 EJ	0.6 EJ
Russia	3.6 EJ		4.3 EJ
Saudi Arabia		7.1 EJ	4.7 EJ
South Africa	No available projections		
United Arab Emirates		1.9 EJ	No available projections
United Kingdom		1.2 EJ	0.7 EJ
United States	4.3 EJ	5.2 EJ	3.8 EJ

\* For India, changes shown are for 2024 relative to 2019.

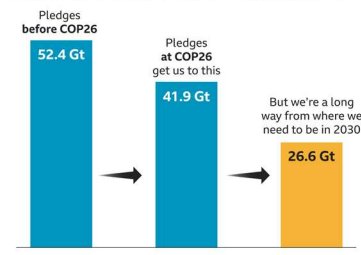
- ▲ Denotes an increase of greater than 5% by 2030, relative to 2019 production in energy terms.
- ▼ Denotes a decrease of greater than 5% by 2030, relative to 2019 production in energy terms.
- Denotes change in production by 2030 stays within 5% of 2019 production in energy terms.
- Annual production in 2019 is less than 0.5 EJ.

## 10. Are the pledges enough to meet PA targets?

### Μέτρα Πολιτικής

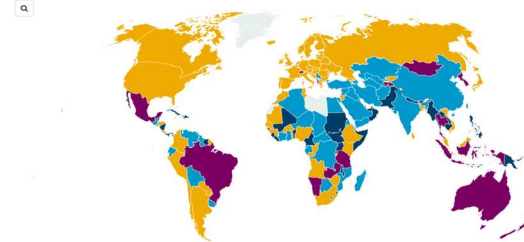


Projected greenhouse gas emissions in 2030, gigatonnes

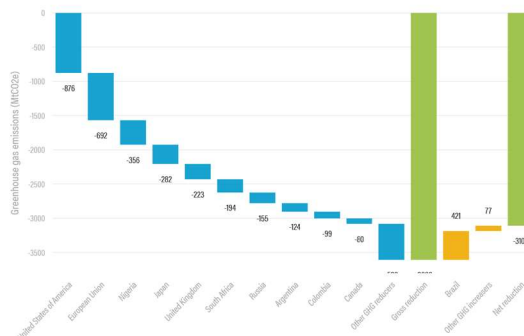


### Which Countries Have Submitted Enhanced NDCs?

■ New or updated NDC not submitted ■ Submitted NDC without reduced 2030 emissions ■ Submitted NDC with reduced 2030 emissions  
■ Submitted NDC not comparable to prior NDC



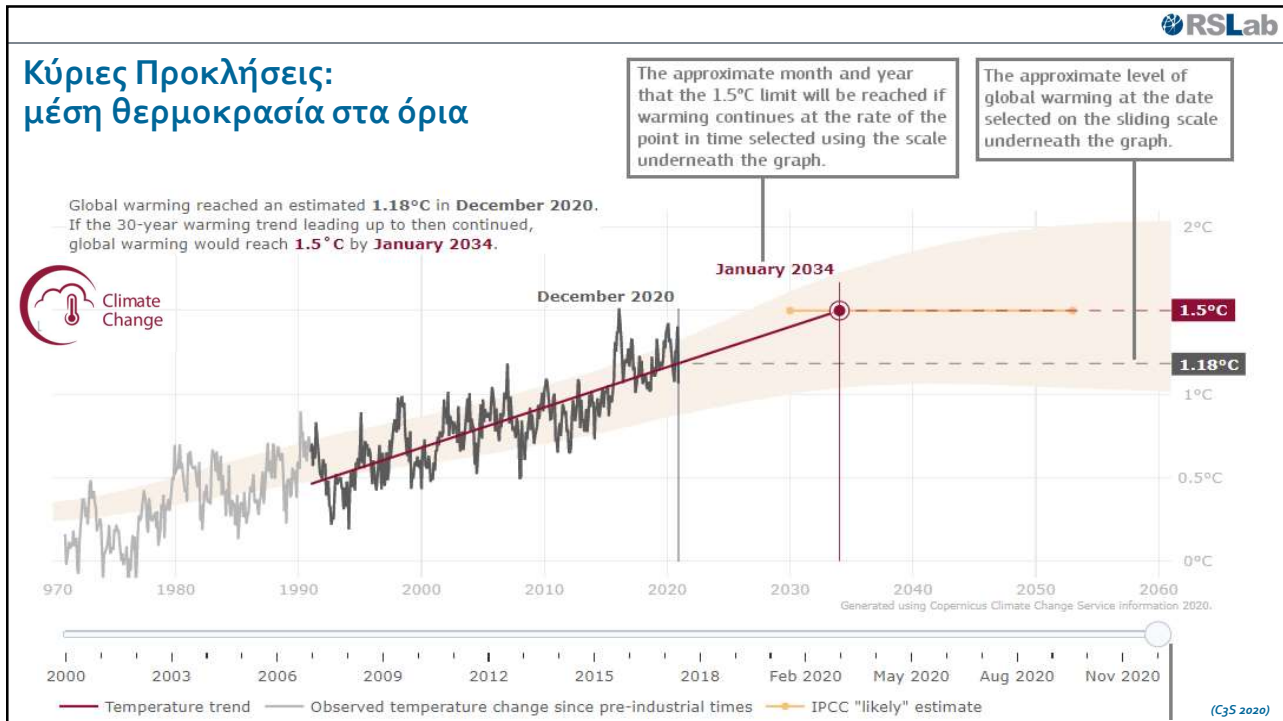
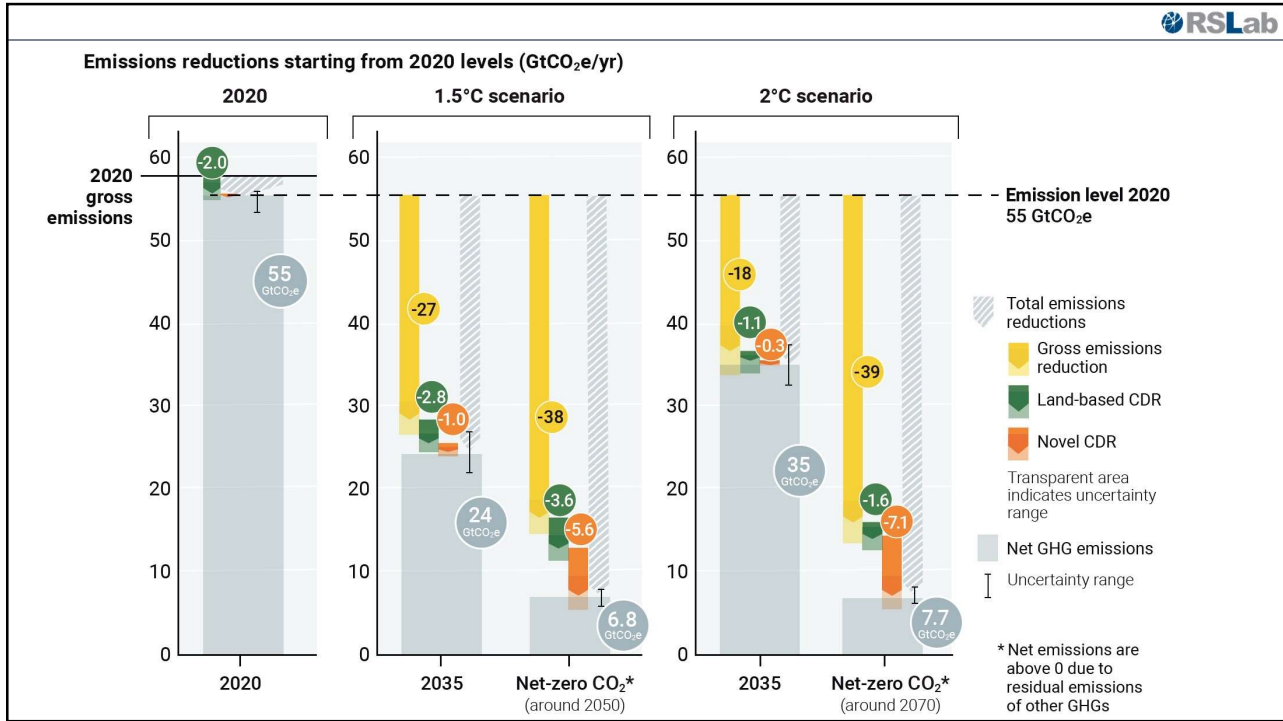
### Emissions Impact of New and Updated NDCs Relative to Prior NDCs



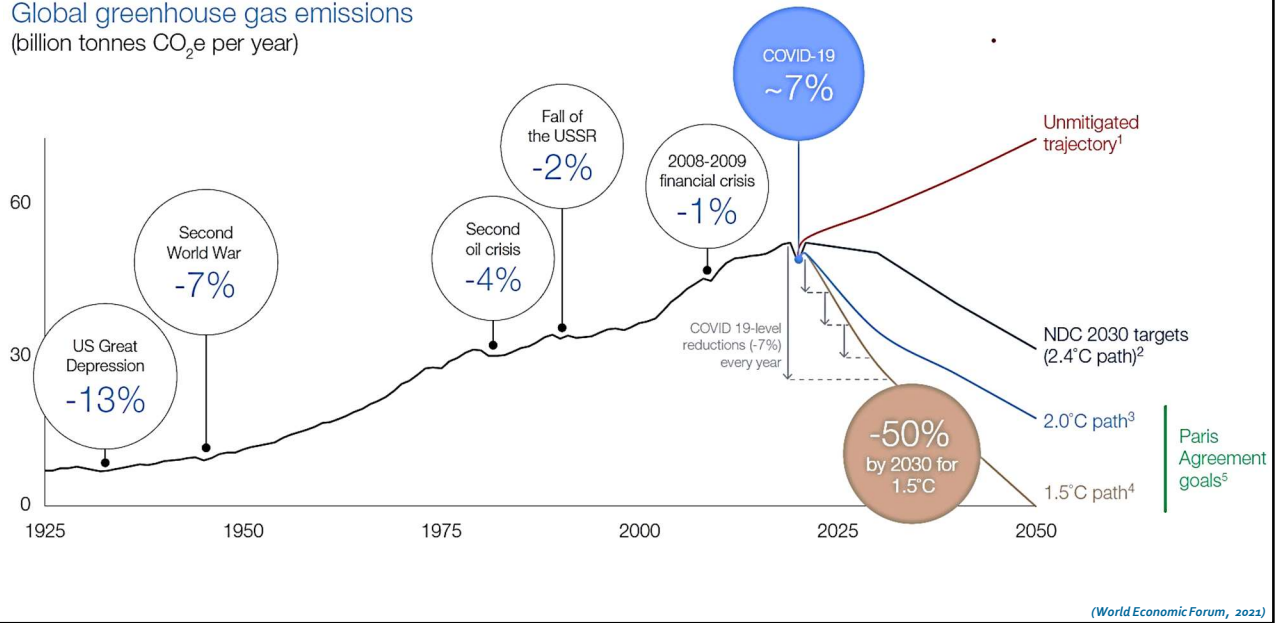
## COP 28 - Important Outcomes

### Major COP Outcomes Explained

- Transition Away From Fossil-Fuel-** Nearly 200 countries agreed to "transition away from fossil fuels in energy systems" at the COP28. The agreement is the first time countries have made this pledge.
- Global Renewables and Energy Efficiency Pledge-** Signatory countries to work together to **triple** the world's installed renewable energy generation capacity to at least 11,000 GW by 2030. The countries must collectively **double** the global average annual rate of energy efficiency improvements from around 2% to over 4% every year until 2030.
- Loss and Damage Fund-** Operationalization of the Loss and Damage (L&D) fund aimed at compensating countries grappling with climate change impacts. Commitments worth about **US\$ 800 million** had been made to the Fund. The World Bank will be the "interim host" of the fund for four years.
- Global Goal on Adaptation-** The draft text on the Global Goal on Adaptation (GGA) was introduced at COP 28. It aims to enhance climate change adaptation by increasing awareness and funding towards countries' adaptation needs in the context of the 1.5/2°C goal of the Paris Agreement
- The Global Cooling Pledge-** 66 national government signatories committed to working together to **reduce** cooling-related emissions across all sectors by **at least 68% globally** relative to 2022 levels by 2050.
- Declaration to Triple Nuclear Energy-** The declaration launched at COP28 aims to **triple** global nuclear energy capacity by 2050. It was endorsed by 22 National Governments.
- Coal Transition Accelerator-** France, in collaboration with various countries and organizations, introduced the Coal Transition Accelerator. The initiative aims to leverage best practices and lessons learned for effective coal transition policies.
- CHAMP Initiative-** Coalition for High Ambition Multilevel Partnership (CHAMP) for Climate Action was launched at COP 28. This initiative aims at efficient planning, financing, implementation, and monitoring of climate strategies
- Climate Finance-** Under the New Collective Quantified Goal (NCQG) for climate finance, wealthy nations owe developing countries **USD 500 billion** in 2025.



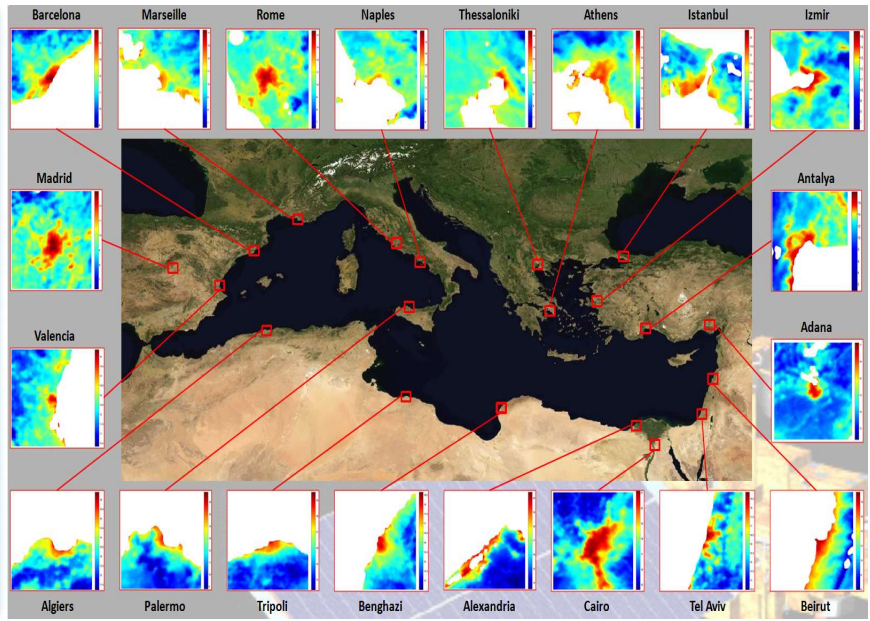
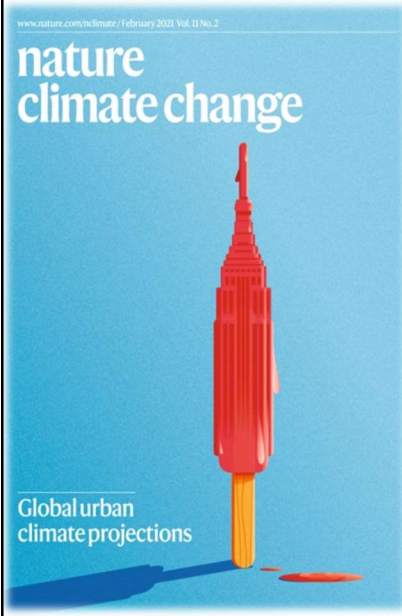
Global greenhouse gas emissions  
(billion tonnes CO<sub>2</sub>e per year)



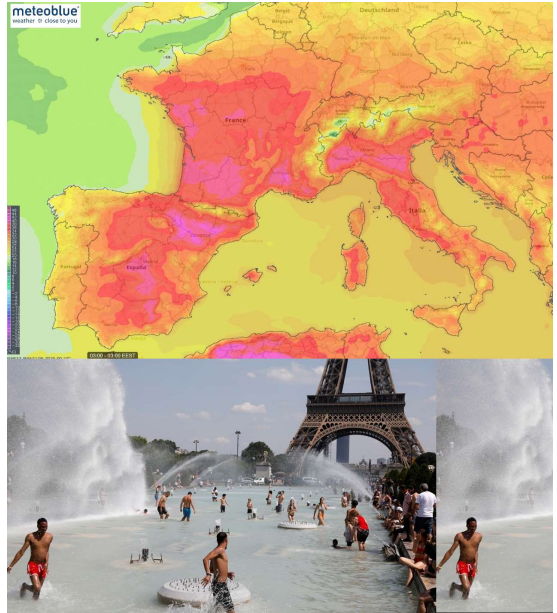
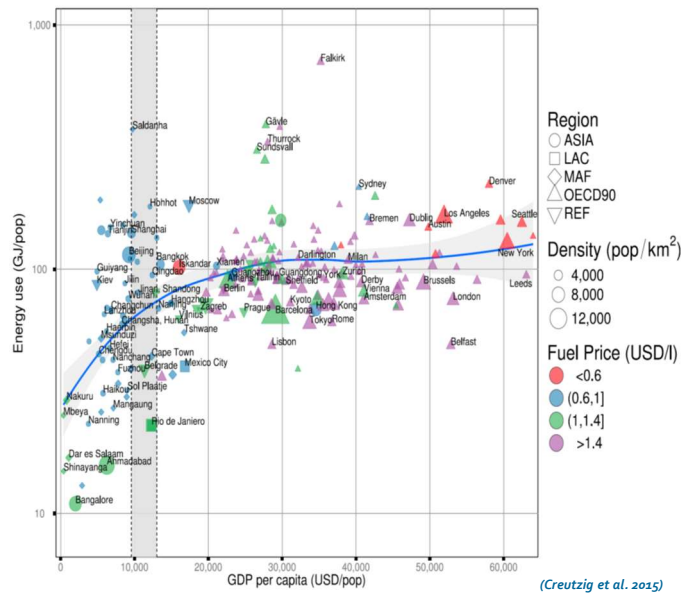
Κύριες Προκλήσεις: αστική υπερθέρμανση

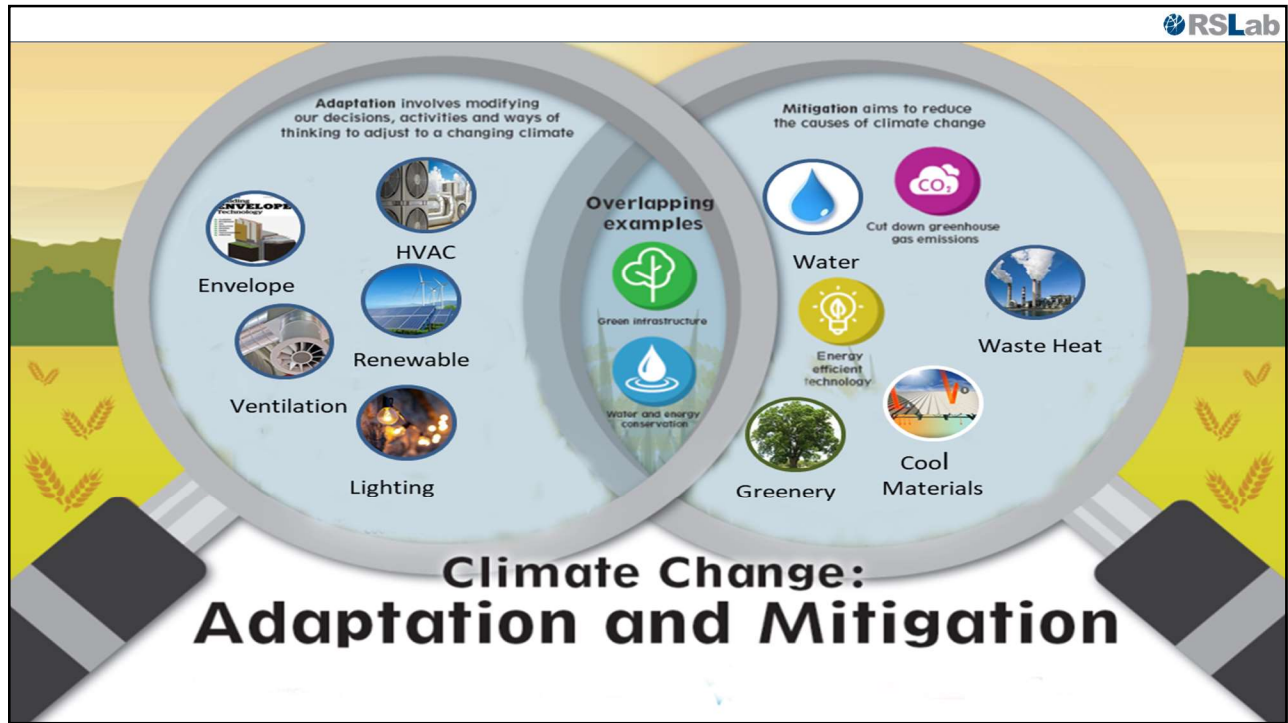


# Κύριες Προκλήσεις: αστική υπερθέρμανση

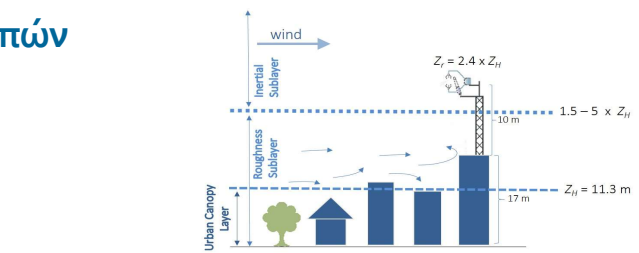


# Αλληλεπίδραση πόλεων με το κλιματικό σύστημα



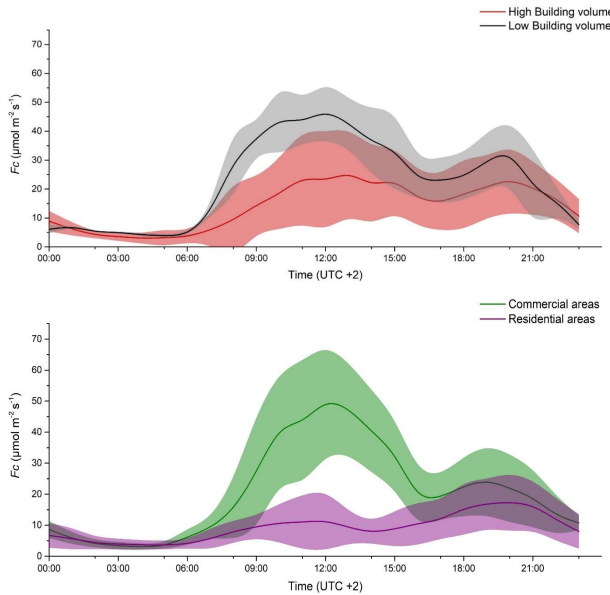


### Μετριάσμός: Παρακολούθηση εκπομπών

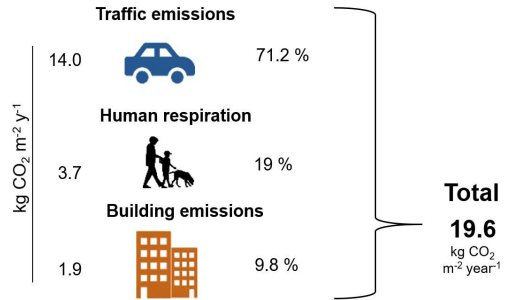


## Μετριάσμός: Παρακολούθηση εκπομπών

<http://rslab.gr>

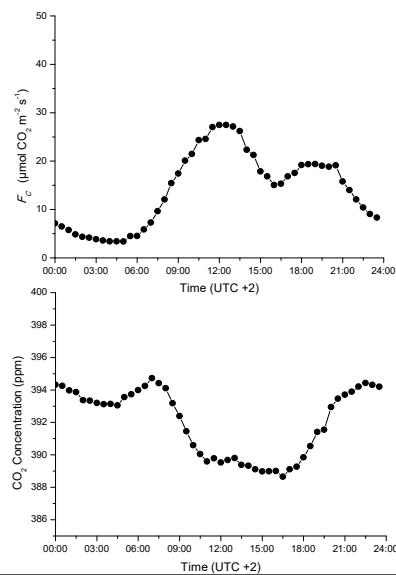
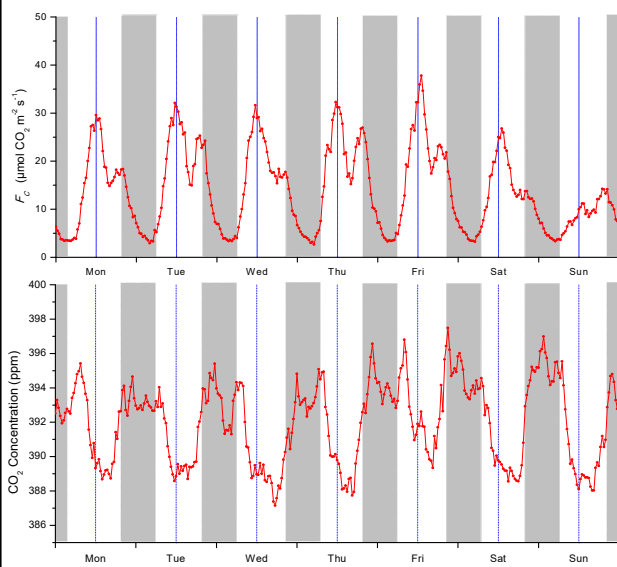


Εκπομπές CO<sub>2</sub> από το κέντρο (εντός των τειχών) της πόλης του Ηρακλείου



(Stagakis et al. 2019)

## Μετριάσμός: Παρακολούθηση εκπομπών



CO<sub>2</sub>: 6000 ppm



No. 16 | 23 November 2020

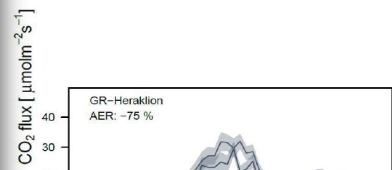
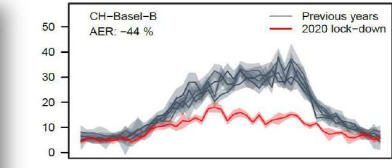
**Can we see the impact of COVID-19 confinement measures on CO<sub>2</sub> levels in the atmosphere?**

and oceans (that together take up annually roughly half of human CO<sub>2</sub> emissions [2]). CO<sub>2</sub> originating from fossil fuel sources can be distinguished from CO<sub>2</sub> originating from biogenic sources using isotopic analysis, as was described in the previous Greenhouse Gas Bulletin.

The Global Carbon Project (GCP) [3] estimated that during the first months period of lockdown in early 2020, daily global CO<sub>2</sub> emissions may have been reduced by up to 17%, compared to the mean level of daily CO<sub>2</sub> emissions in 2019. As the duration and severity of the confinement measures remain unclear, it is very difficult to predict the total annual reduction in CO<sub>2</sub> emissions for 2020; however, preliminary estimates anticipate a reduction of between 4.2% and 7.5% compared to 2019 levels. At the global scale, an emission reduction of this magnitude will not cause atmospheric CO<sub>2</sub> levels to decrease; they will merely increase at a slightly reduced rate, resulting in an anticipated annual atmospheric CO<sub>2</sub> concentration that is 0.08 ppm–0.23 ppm lower than the anticipated CO<sub>2</sub> concentration if no pandemic had occurred. This falls well within the 1 ppm natural inter-annual variability and means that in the short-term, the impact of COVID-19 confinement measures cannot be distinguished from natural year-to-year variability. A similar conclusion was reached by Carbon Brief [4] and the Integrated Carbon Observation System (ICOS) [5].

Determining changes in the fossil fuel signal given the high natural atmospheric variability of CO<sub>2</sub> requires a long time series of data to generate robust statistics, as well as complex data modelling. Several approaches can be used to make the determination. One such approach, the WMO Integrated Global Greenhouse Gas Information System (IGGIS), utilizes atmospheric observations and modelling. Another approach, adopted by ICOS [6], directly measures CO<sub>2</sub> emissions within cities. A recent study by ICOS detected reductions in CO<sub>2</sub> emissions of up to 75% in city centres of Basel, Berlin, Florence, Helsinki, Heraklion, London and Pesaro using techniques that directly measure vertical exchange fluxes within a circumference of several kilometres from the measurement point (see the figure).

Only when net fossil fuel emissions of CO<sub>2</sub> approach zero will the net uptake by ecosystems and oceans start to reduce CO<sub>2</sub> levels in the atmosphere. Even then, most of the CO<sub>2</sub> already added to the atmosphere will remain there for several centuries, continuing to warm our climate. In addition, the Earth climate system has a lag time of several decades due to burning of the excess heat by the oceans, so the sooner we reduce our emissions, the less likely we are to overshoot the warming threshold the world agreed to in the Paris Agreement.



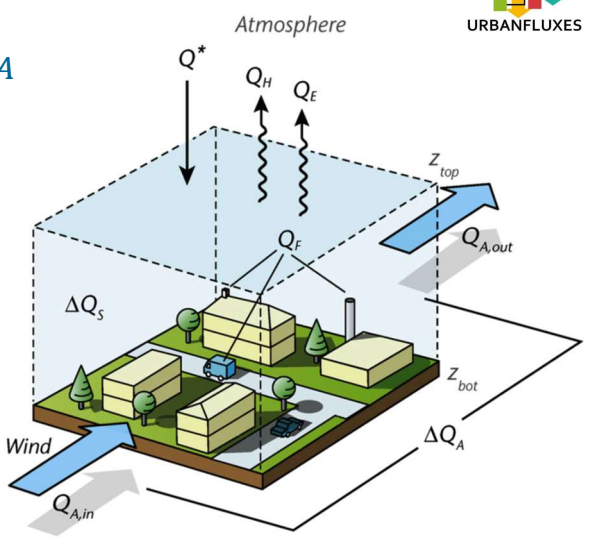
Time (Papaleet et al. 2020)

Προσαρμογή: Αστικό Ενεργειακό Ισοζύγιο



$$Q^* + Q_F = Q_H + Q_E + \Delta Q_S + \Delta Q_A$$

- $Q^*$ : Καθαρή ολοφασματική ακτινοβολία
- $Q_F$ : Ανθρωπογενής ροή θερμότητας
- $Q_H$ : Τυρβώδης ροή αισθητής θερμότητας
- $Q_E$ : Τυρβώδης ροή λανθάνουσας θερμότητας
- $\Delta Q_S$ : Καθαρή αλλαγή στο ρυθμό αποθήκευσης θερμότητας
- $\Delta Q_A = Q_{in} - Q_{out}$ : Οριζόντια μεταφορά θερμότητας



(Oke et al. 2017)

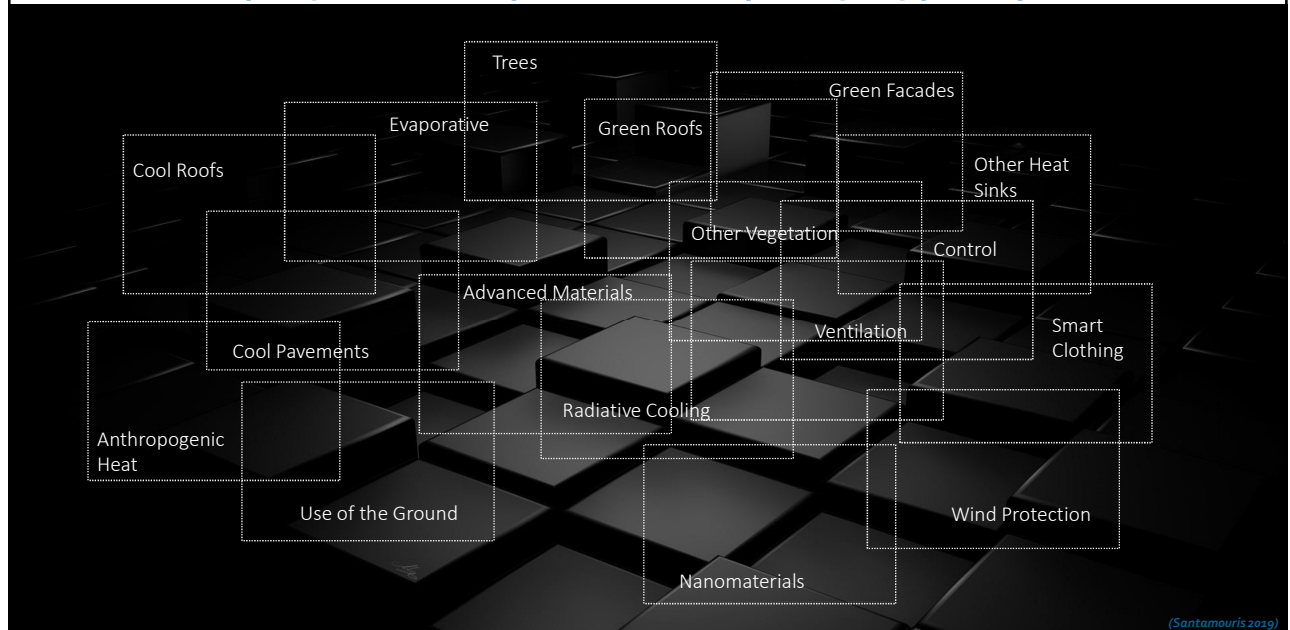


## Πως οι πόλεις μπορούν να αντιμετωπίσουν την υπερθέρμανση



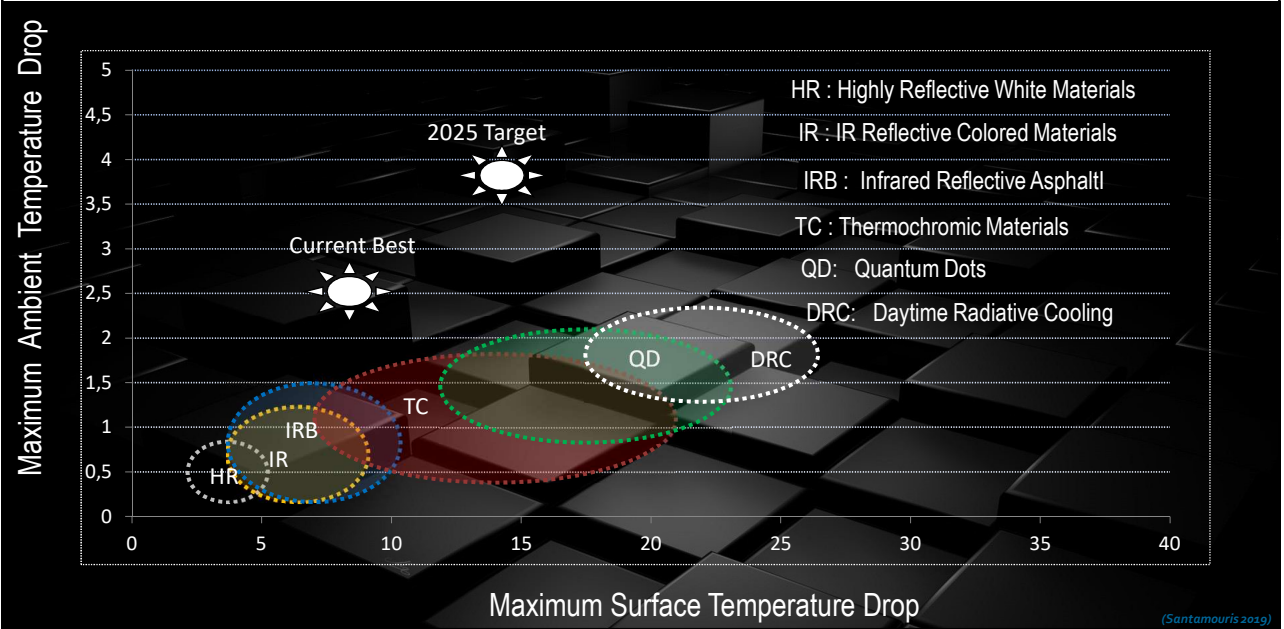
(Somarakis et al. 2019)

## Πως οι πόλεις μπορούν να αντιμετωπίσουν την υπερθέρμανση

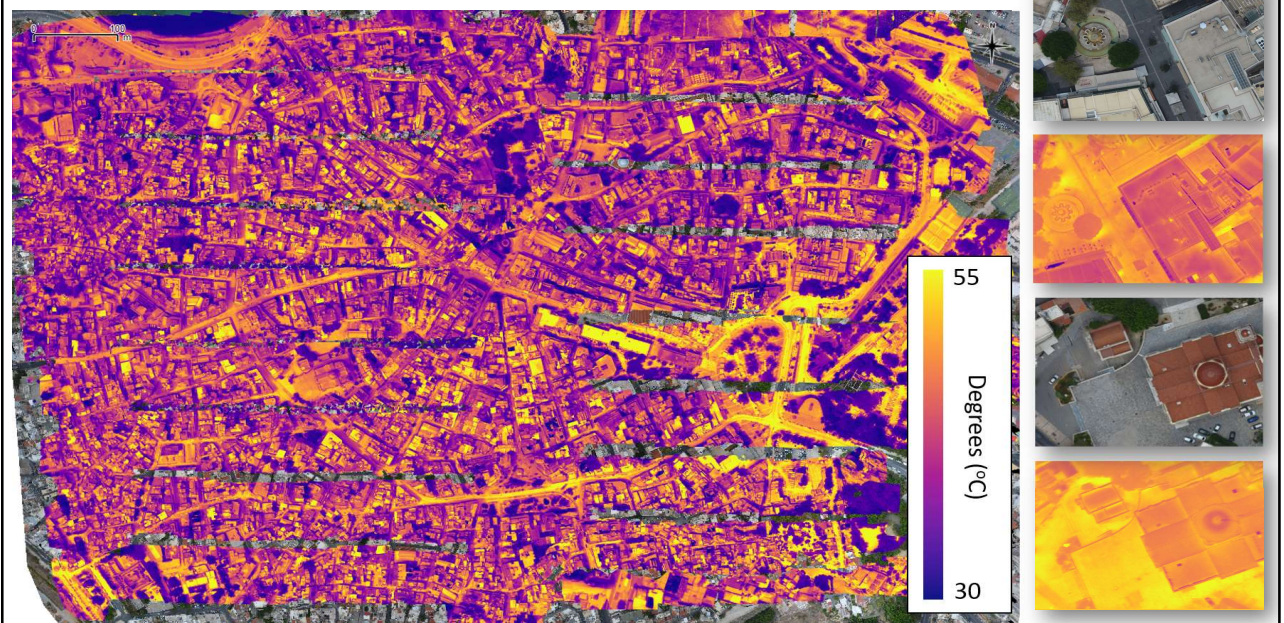


(Santamouris 2019)

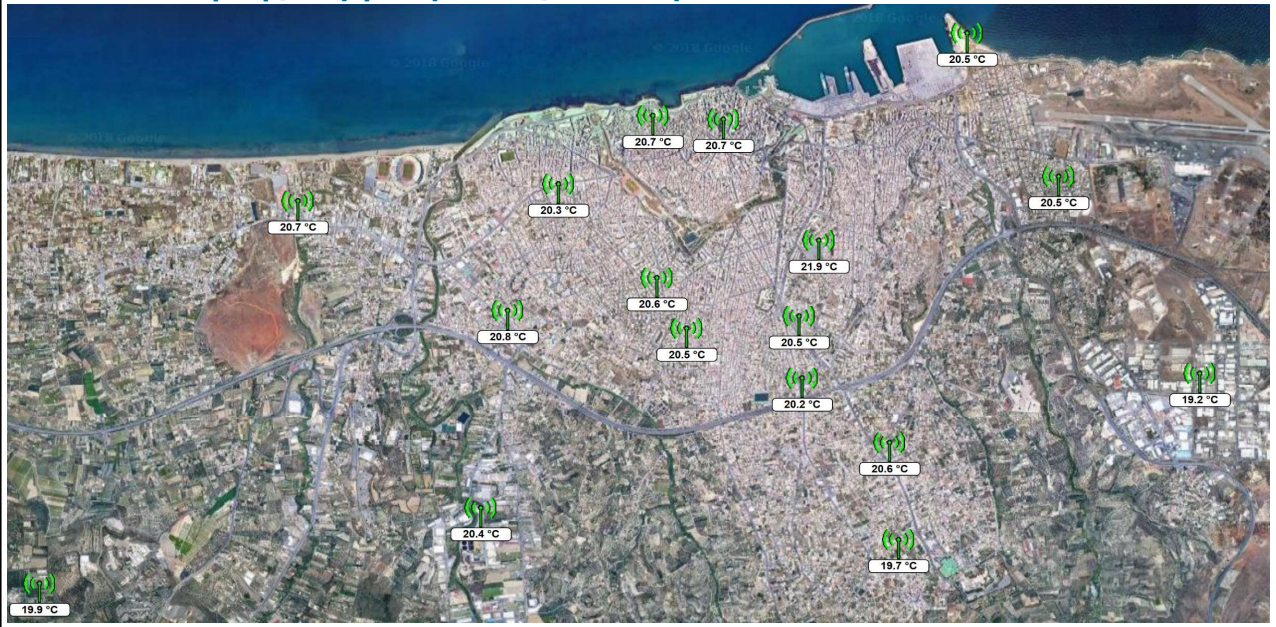
## Πως οι πόλεις μπορούν να αντιμετωπίσουν την υπερθέρμανση



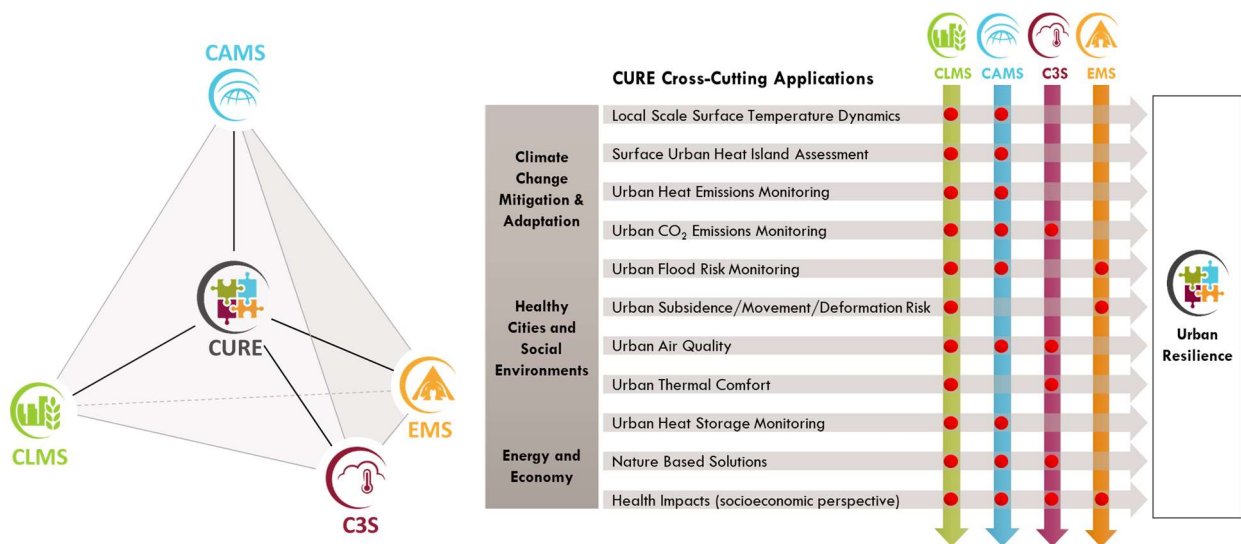
## Αποτύπωση επιφανειακής θερμοκρασίας



## Αποτύπωση της θερμοκρασίας του αέρα στον αστικό ιστό



## Αστική ανθεκτικότητα



<http://cure-copernicus.eu>

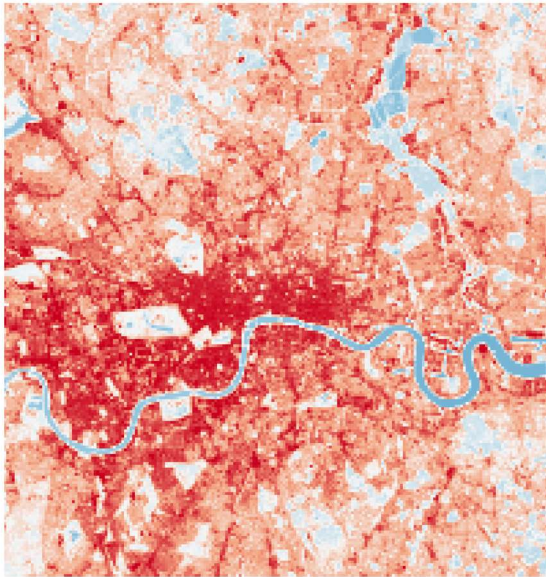
## Αστική ανθεκτικότητα



Λονδίνο, 19 Ιουλίου 2016, 22:05

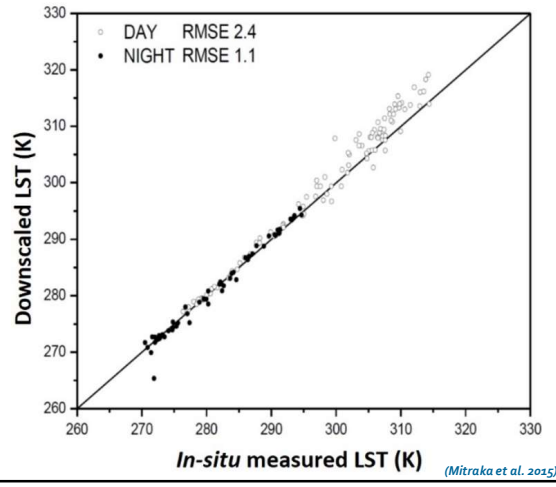
Υπολογισμός θερμοκρασίας σε 100 m x 100 m

<http://rslab.gr>



Land Surface Temperature (K)

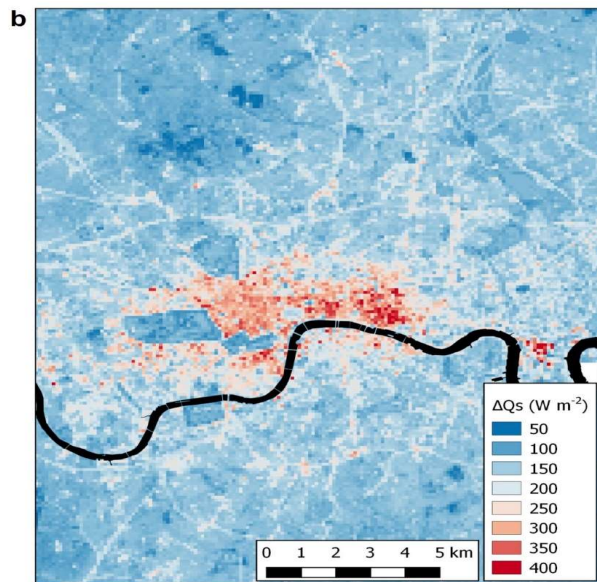
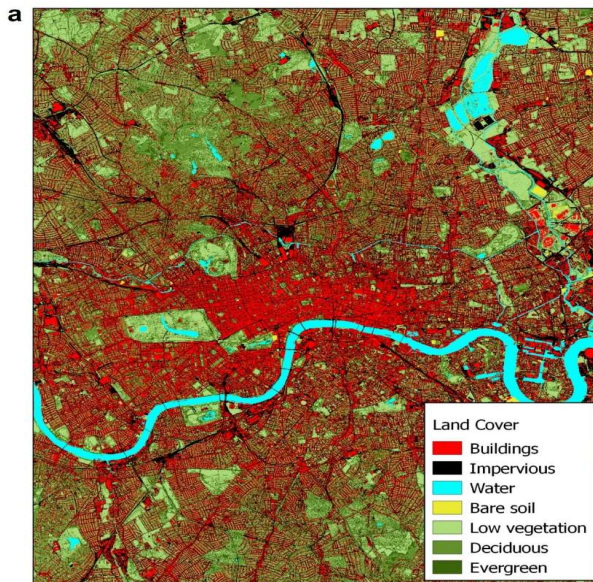
- 290.0
- 292.5
- 295.0
- 297.5
- 300.0



## Αστική ανθεκτικότητα

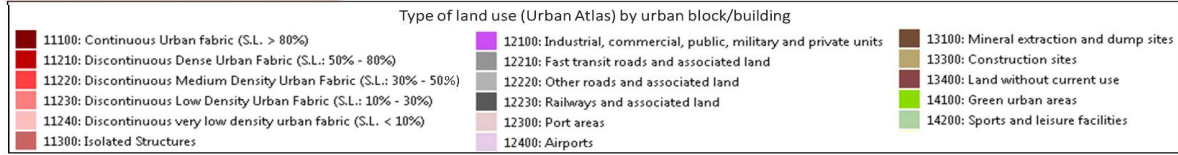
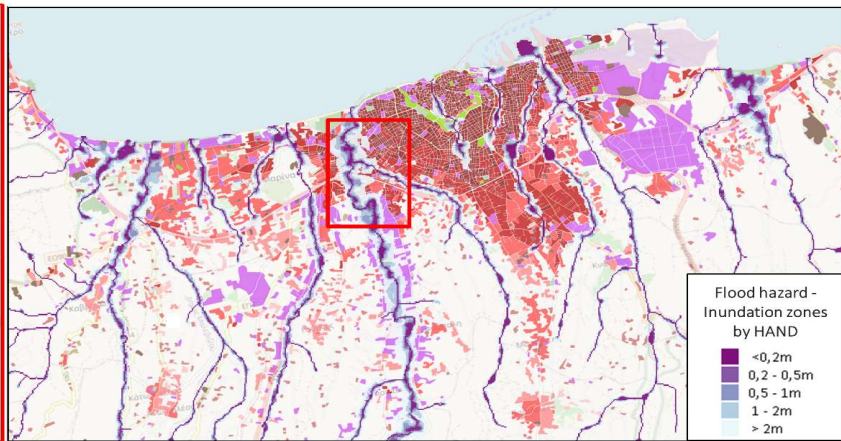
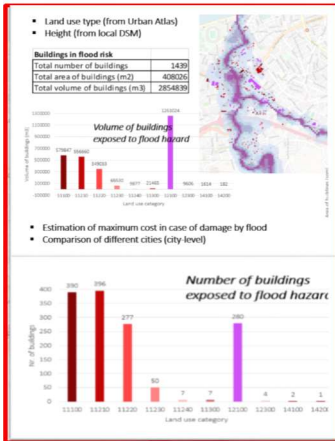


<http://rslab.gr>

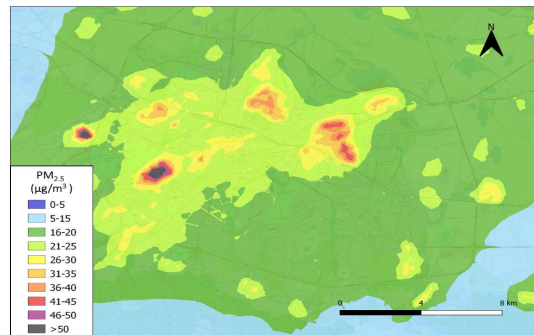
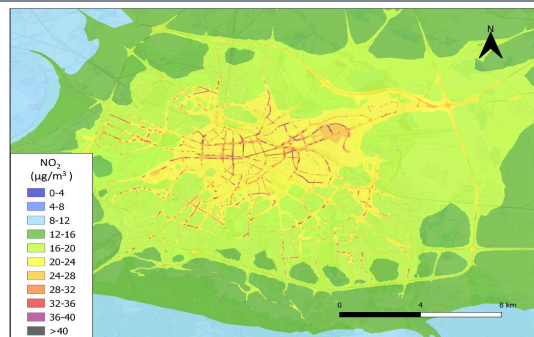
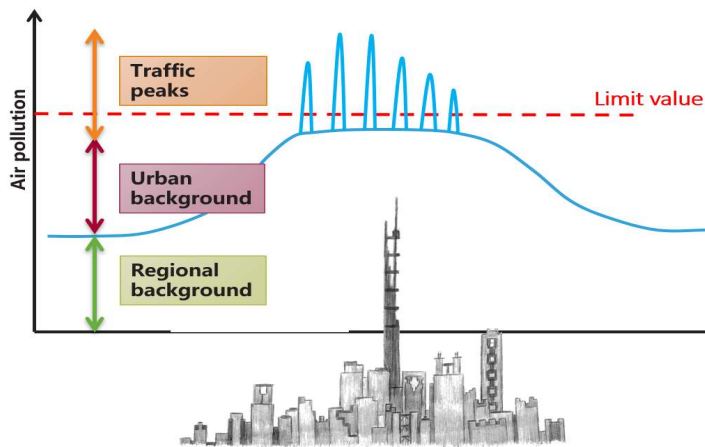


*(Chrysoulakis et al. 2018)*

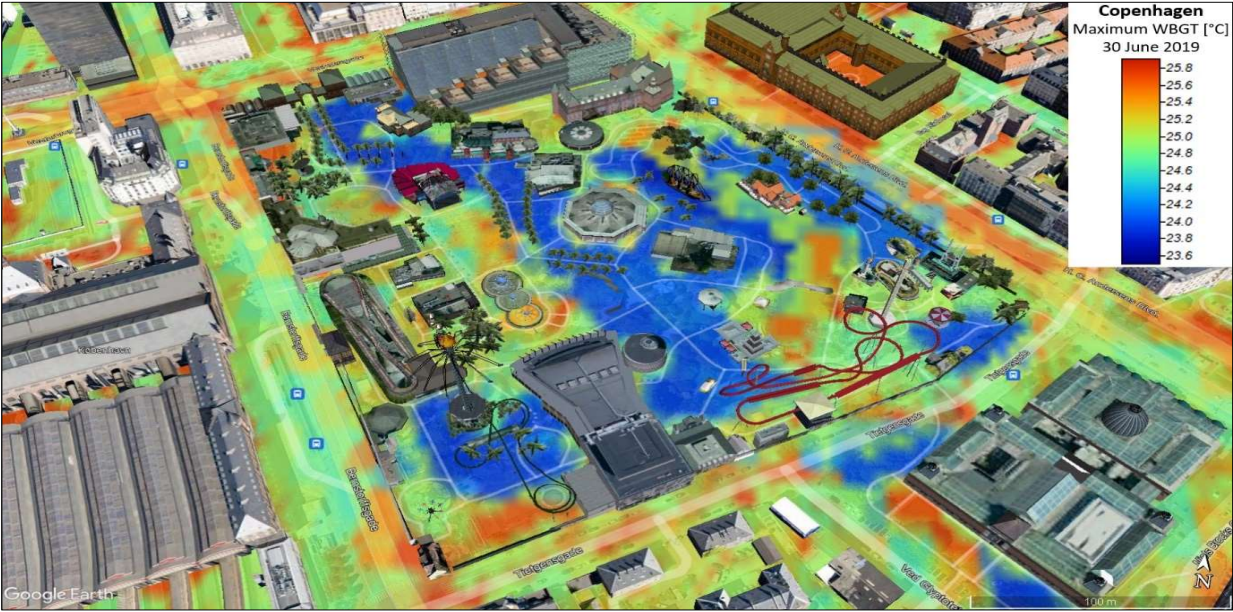
# Αστική ανθεκτικότητα



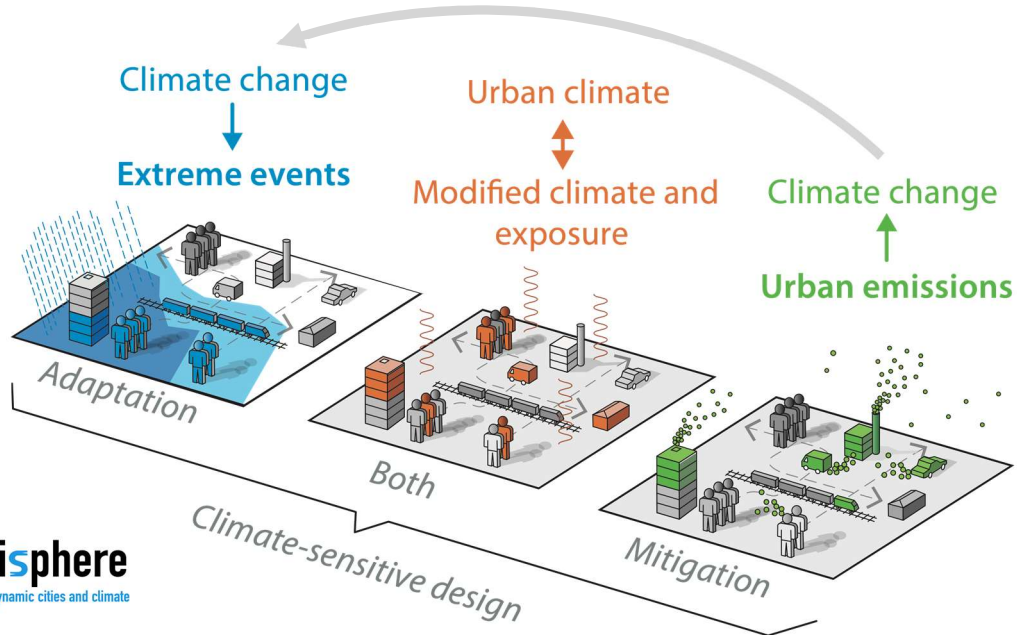
# Αστική ανθεκτικότητα



# Αστική ανθεκτικότητα



# Μελλοντικές Ερευνητικές Κατευθύνσεις



# Μελλοντικές Ερευνητικές Κατευθύνσεις



## Module A

Observing Urban Form and Function

- ❶ Dynamics of socio-economic and demographic conditions
- ❷ Mobility patterns
- ❸ Multispectral, hyperspectral and laser-based EO to observe form and function

## Module B

Observing Urban Emissions

- ❶ Flux towers to measure E/W/C/AQ emissions
- ❷ Concentration and isotope measurements on ground, in atmosphere and from satellites
- ❸ Wind LIDARS / ALC, Scintillometry

## Module C

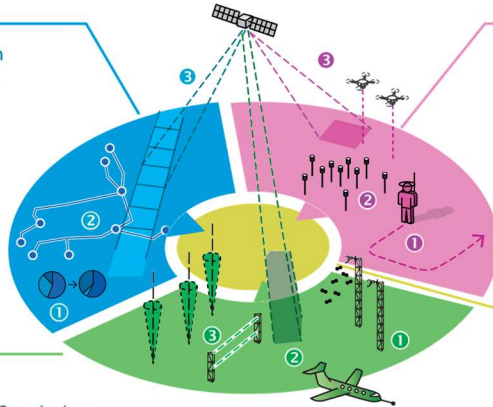
Observing Urban Exposure

- ❶ Wearable sensors
- ❷ Indoor-outdoor massive sensor networks
- ❸ 3D- and satellite thermal remote sensing

## Module D

Integration

- Calibration
- Real-time communication
- Storage and database



**SmUrObs**

Smart Urban Observation System

# Μελλοντικές Ερευνητικές Κατευθύνσεις

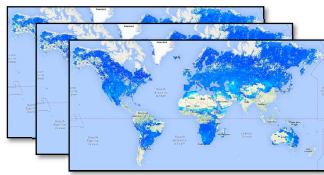


2015

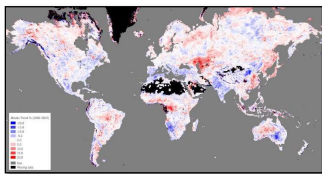
# Μελλοντικές Ερευνητικές Κατευθύνσεις



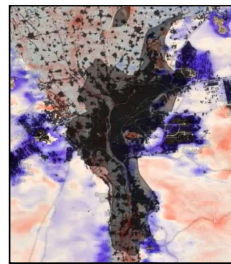
Ανάλυση σε Παγκόσμια Κλίμακα - Μεγάλα Δεδομένα (Big Data)



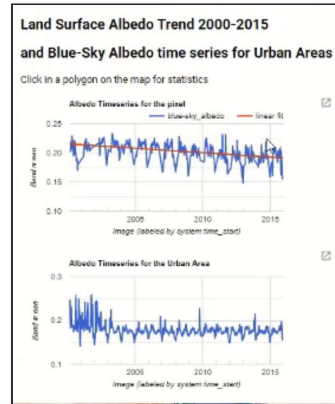
Χρονοσειρά επιφανειακής λευκαύγειας



Τάση επιφανειακής λευκαύγειας



Εστίαση στις αστικές περιοχές



20ετής τάση της επιφανειακής λευκαύγειας σε παγκόσμιο επίπεδο σε κλίμακα πόλης και σε τοπική κλίμακα

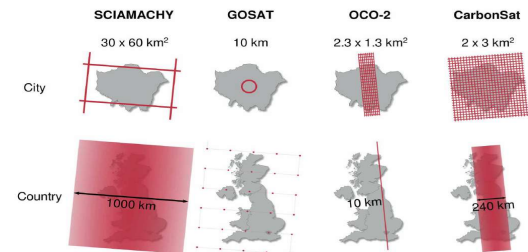
[http://www.rslab.gr/downloads\\_blue\\_sky.html](http://www.rslab.gr/downloads_blue_sky.html)

(Chrysoulakis et al. 2019)

# Μελλοντικές Ερευνητικές Κατευθύνσεις



(Anders et al. 2015)

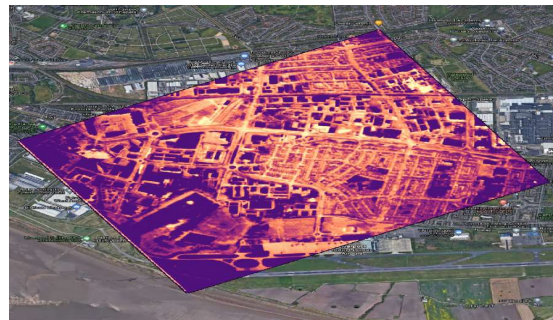
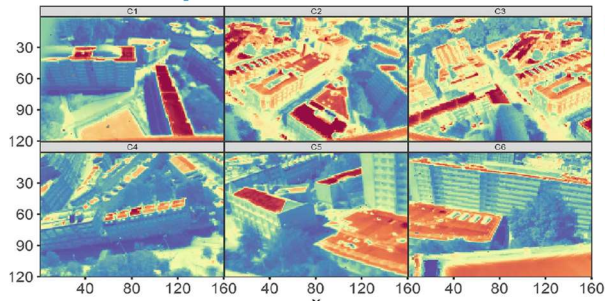
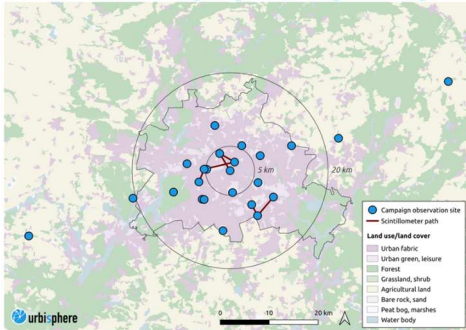


**GHG Monitoring from Space**  
 Joint report by the Group on Earth Observations (GEO), CLIMATE TRACE and the World Geospatial Industry Council (WGIC)

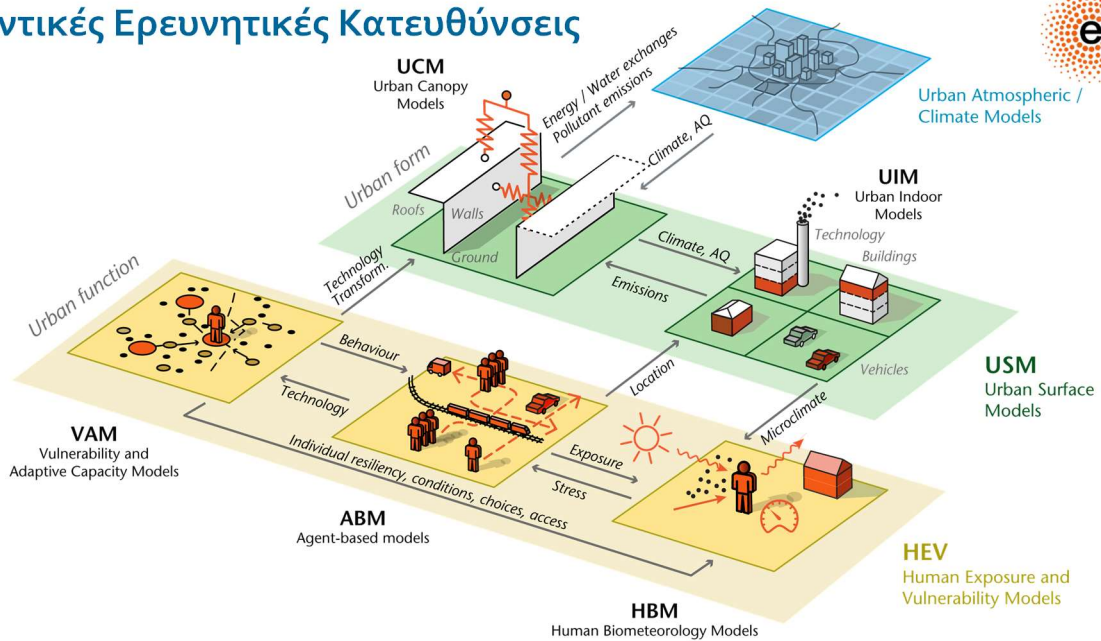
A mapping of capabilities across public, private, and hybrid satellite missions



# Μελλοντικές Ερευνητικές Κατευθύνσεις



# Μελλοντικές Ερευνητικές Κατευθύνσεις



# Μελλοντικές Ερευνητικές Κατευθύνσεις

