

# Σύγχρονες Πόλεις – Παγίδες Θερμότητας

Τι πρέπει και τι δεν πρέπει να κάνουμε

Δρ. Ιωάννης Χαραλαμπόπουλος  
Βιοκλιματολόγος

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
[icharalamp@aua.gr](mailto:icharalamp@aua.gr)

# Θερμικό περιβάλλον

Κύριε, ανάπαυσον τὴν ψυχὴν τοῦ κεκοιμημένου δούλου σου (τοῦδε), ἐν τόπῳ φωτεινῷ, ἐν τόπῳ χλοερῷ, ἐν τόπῳ ἀναψύξεως, ἔνθα ἀπέδρα ὀδύνη, λύπη καὶ στεναγμός



Communication

## Thoughts about the Thermal Environment and the Development of Human Civilisation

Ioannis Charalampopoulos <sup>1,\*</sup> and Andreas Matzarakis <sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of General and Agricultural Meteorology, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, 11855 Athens, Greece

<sup>2</sup> Research Centre Human Biometeorology, German Meteorological Service, D-79104 Freiburg, Germany

<sup>3</sup> Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Environment and Natural Resources, University of Freiburg, Werthmannstr. 10, D-79085 Freiburg, Germany

\* Correspondence: [icharalamp@aua.gr](mailto:icharalamp@aua.gr); Tel.: +30-210-5294234

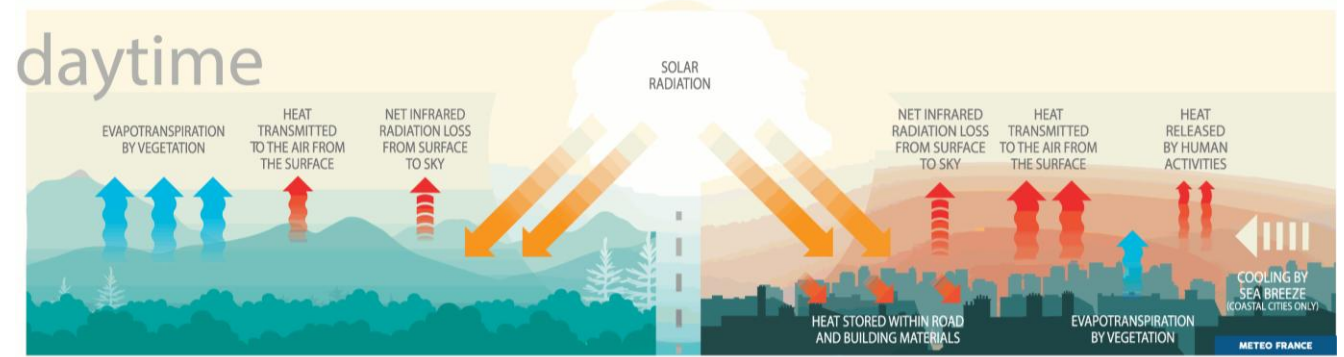
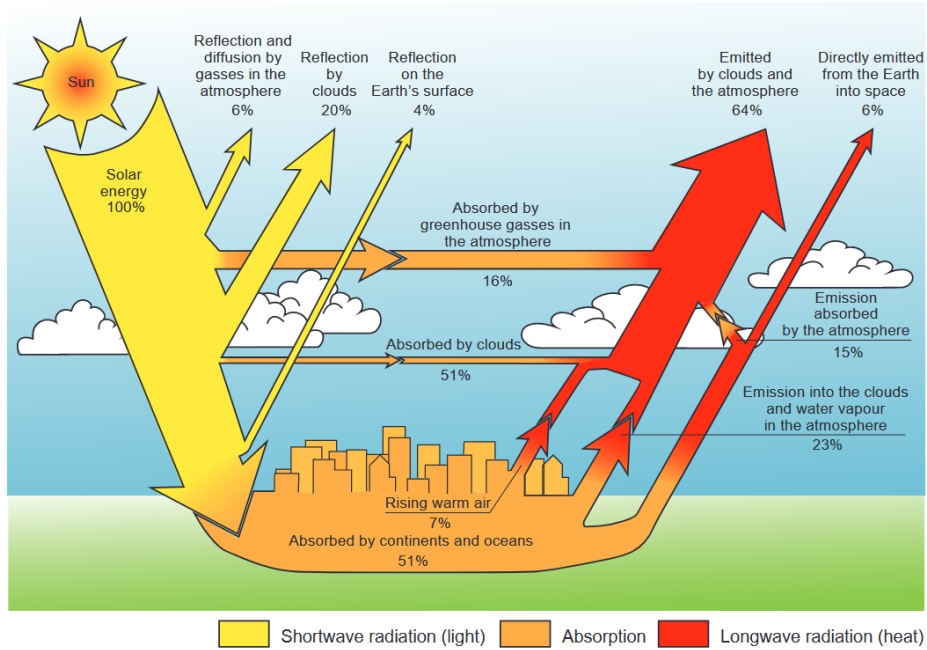


Παράδεισος, Ηλύσια Πεδία, Κόλαση, Valhalla, Αδάμ και Εύα

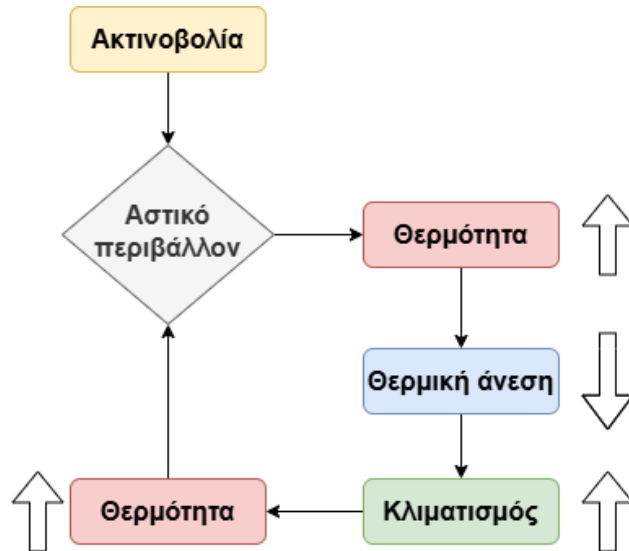
[icharalamp@aua.gr](mailto:icharalamp@aua.gr)



# Τι είναι και τι κάνει μια πόλη;

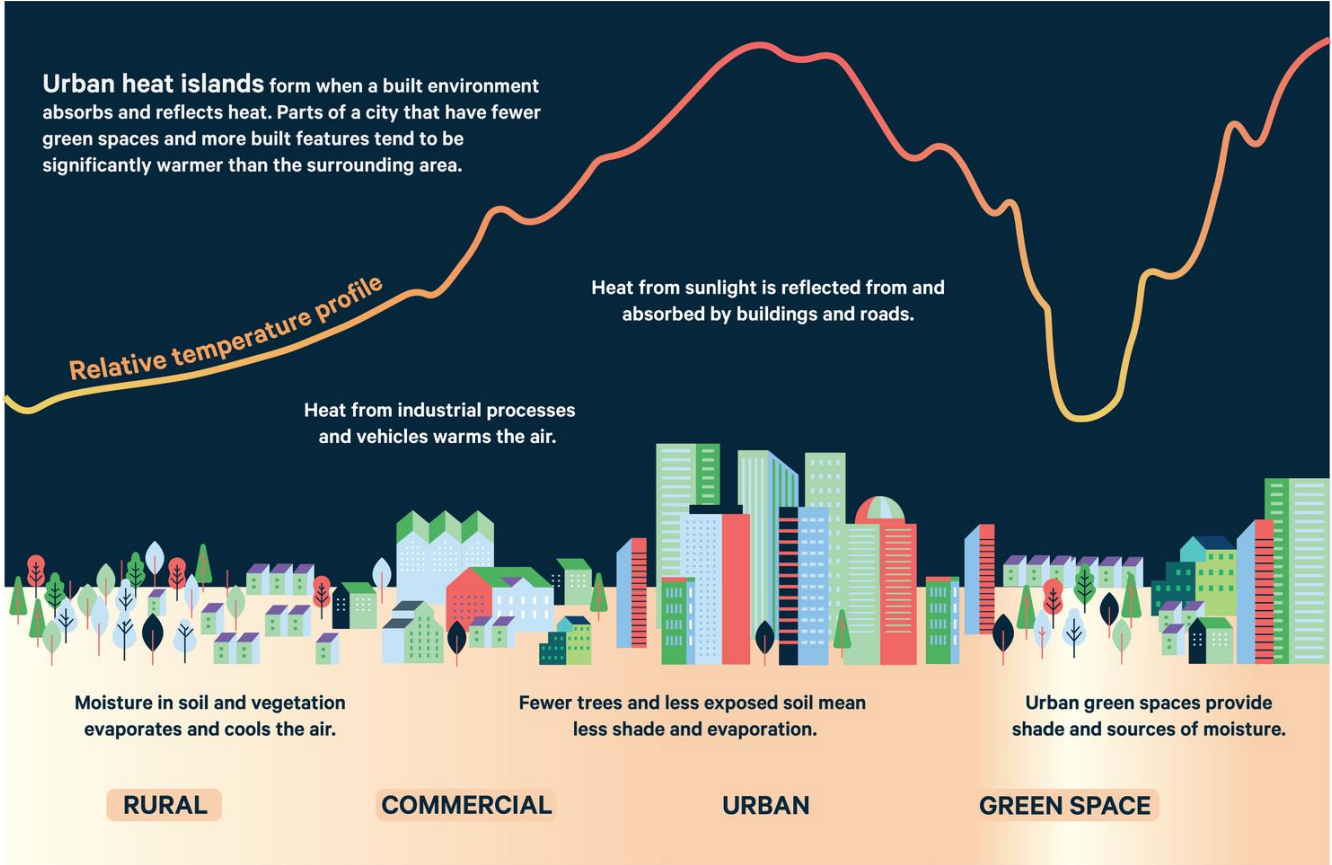


Masson V, et al. 2020. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 45:411-44



Είναι μια παγίδα θερμότητας την οποία προσπαθούμε να δροσίσουμε προσθέτοντας επιπλέον θερμότητα.

# Τι είναι και τι κάνει μια πόλη;



Αυξάνει τη θερμική καταπόνηση επιβαρύνει σωματική, ψυχική υγεία και μειώνει την παραγωγικότητα

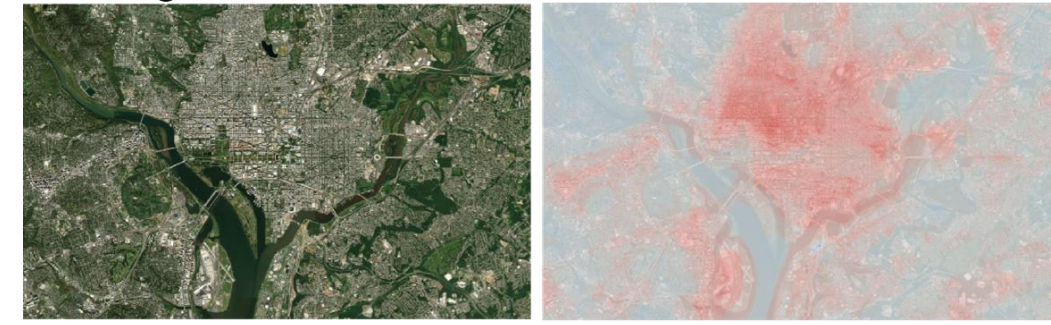
Kansas City, MO



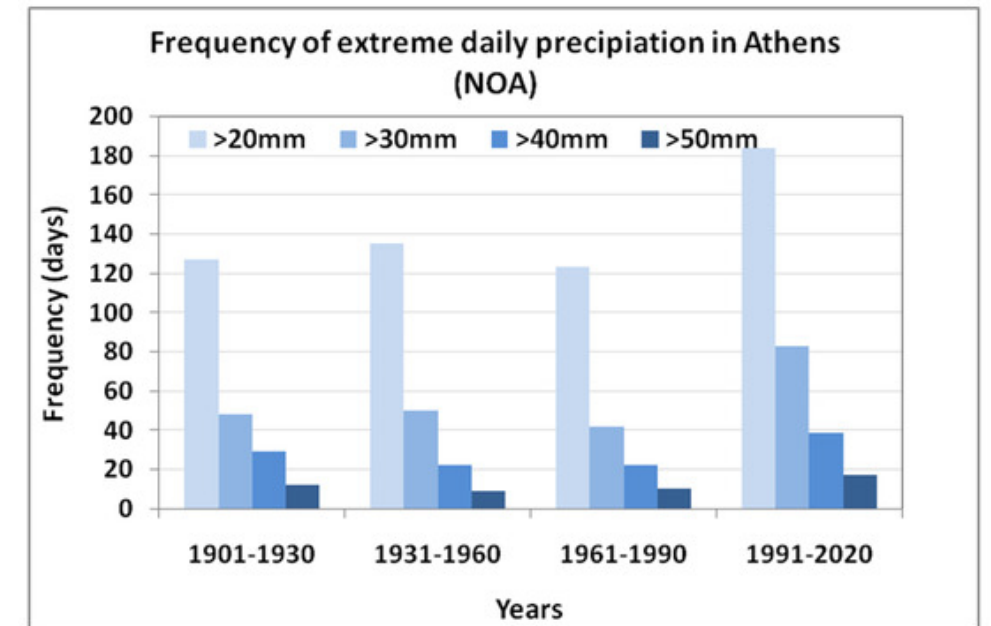
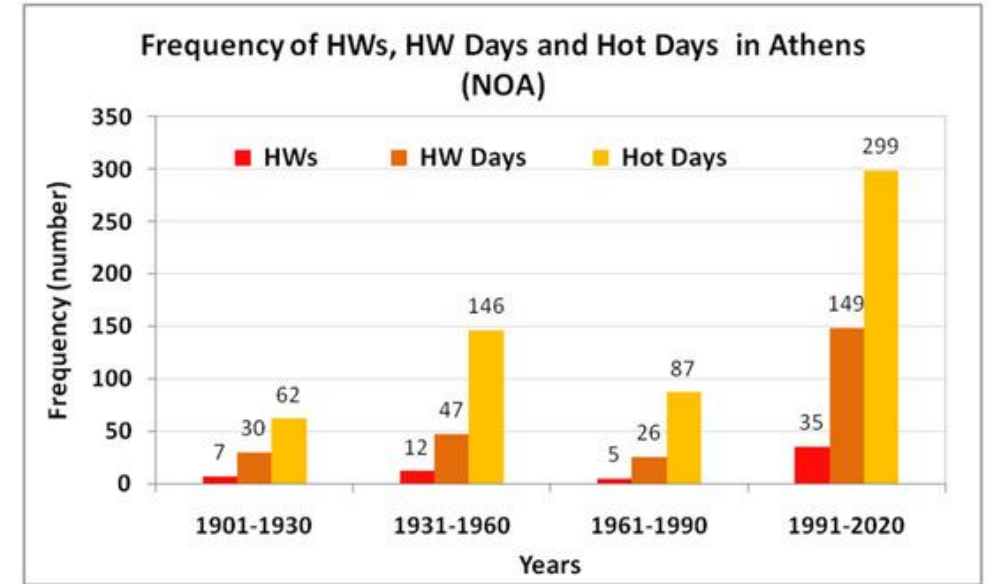
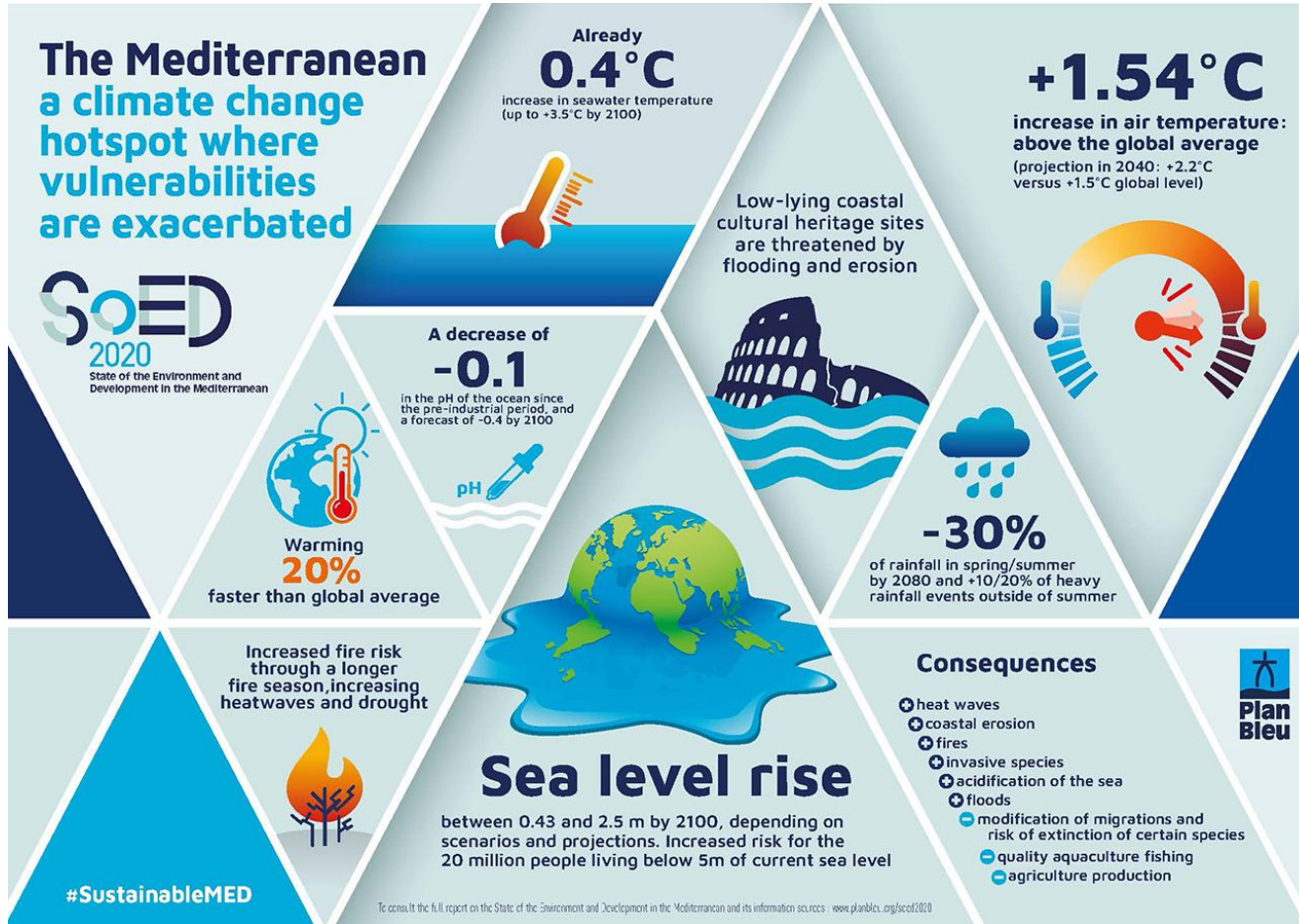
Sacramento, CA



Washington, DC



# Τι κάνει η κλιματική αλλαγή στην περιοχή μας;



Αυξάνει τη θερμοκρασία και αυξάνει και την πιθανότητα επεισοδίων βροχής μεγάλης έντασης.

# Πόσους αφορά ο συνδυασμός αστικού κλίματος και κλιματικής αλλαγής; Ποιο είναι το αποτέλεσμα αυτού του συνδυασμού;

- Αύξηση συχνότητας και έντασης θερμικού στρες.
- Αύξηση συχνότητας και έντασης πλημμυρικών φαινομένων.

## Heatwaves

Country	Loss 2023 (million €)	Total Loss 1980-2023 (million €)	Loss per Capita (€)
Italy	15,741 <sup>2</sup>	133,934 <sup>3</sup>	2,311 <sup>4</sup>
Slovenia	9,935 <sup>2</sup>	17,484 <sup>3</sup>	8,693 <sup>4</sup>
Spain	7,132 <sup>2</sup>	95,966 <sup>3</sup>	2,258 <sup>4</sup>
Greece	3,872 <sup>2</sup>	16,350 <sup>3</sup>	1,548 <sup>4</sup>
France	3,130 <sup>2</sup>	129,897 <sup>3</sup>	2,092 <sup>4</sup>
Germany	2,163 <sup>2</sup>	180,372 <sup>3</sup>	2,225 <sup>4</sup>

## Floods

Total urban flood cost EU 2013-23

**125.8 bn€**

<sup>1</sup>

Costliest year for floods

**2021**

<sup>1</sup>

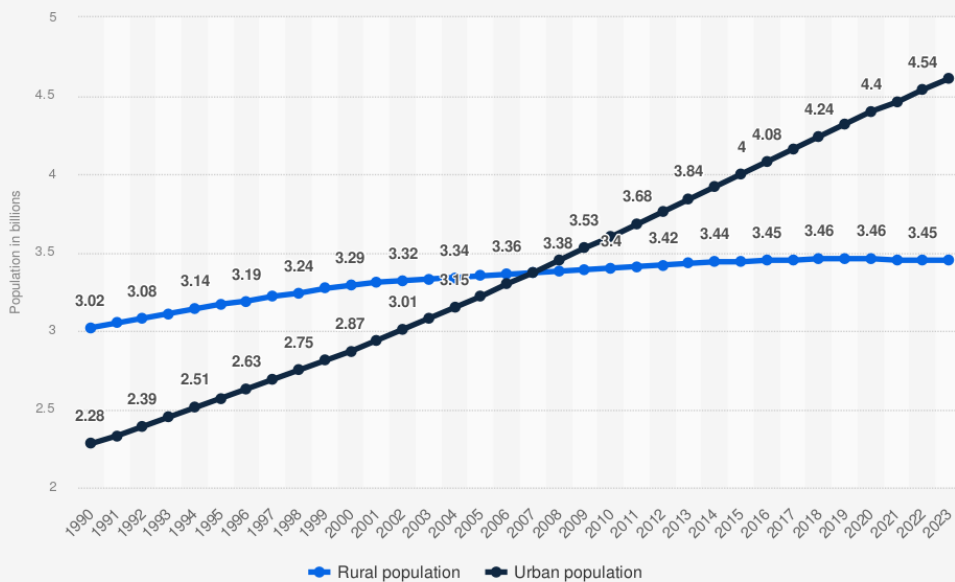
Flood losses in 2021

**48 bn€**

<sup>1</sup>

icharalamp@aua.gr

Global urban and rural population worldwide from 1990 to 2023 (in billions)



Sources  
World Bank; United Nations  
© Statista 2025

Additional Information:  
Worldwide; World Bank; United Nations; 1990 to 2023

statista

# Ποια είναι η θεραπεία και γιατί;

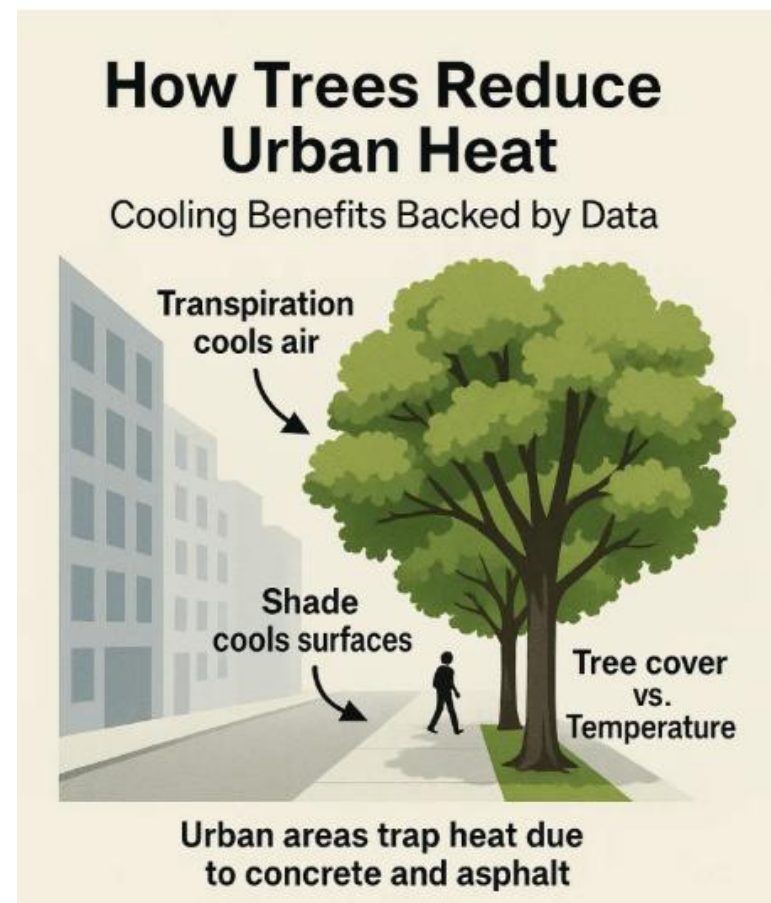


**Αύξηση βλάστησης και ακάλυπτου εδάφους στο αστικό περιβάλλον.**

- Καταναλώνει εισερχόμενη ακτινοβολία (~ 15%) και την κάνει μάζα (που σκιάζει και διαπνέει).
- Σκιάζει (μειώνει την έκθεση των θερμαντικών επιφανειών στην ηλιακή ακτινοβολία).
- Δεν υπερθερμαίνεται.
- Δροσίζει.
- Αντλεί νερό από μεγαλύτερα βάθη και το διαπνέει στην ατμόσφαιρα.

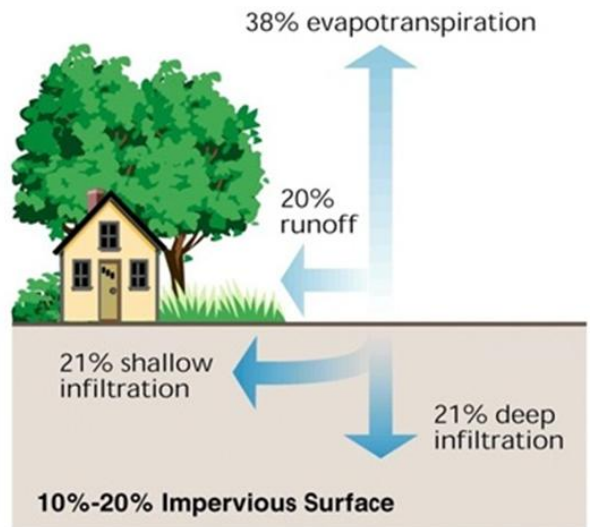
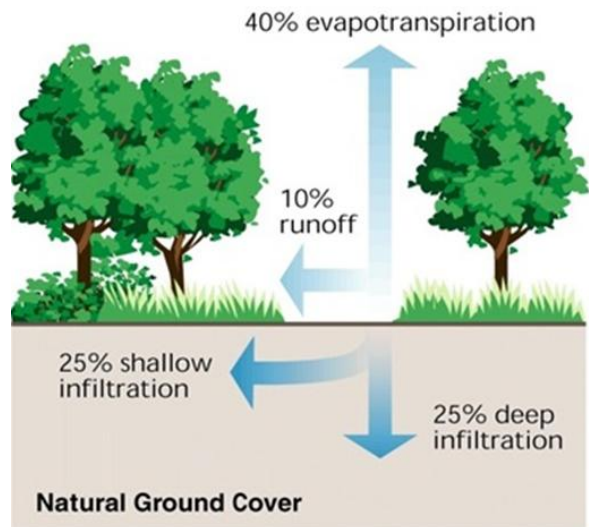
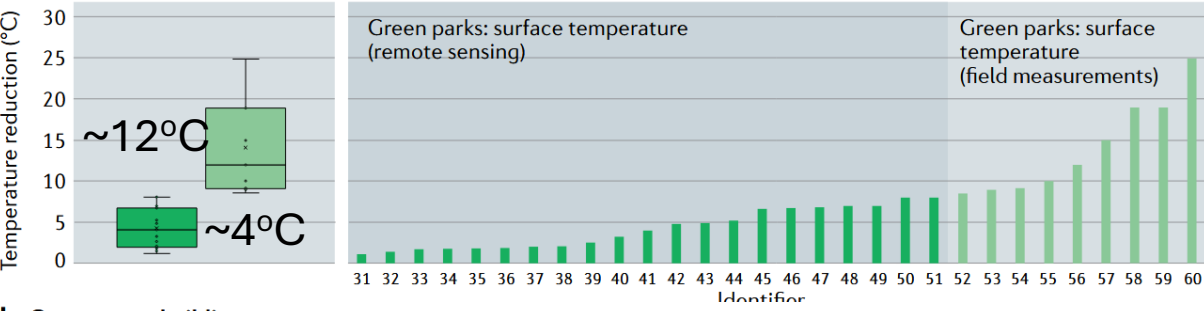
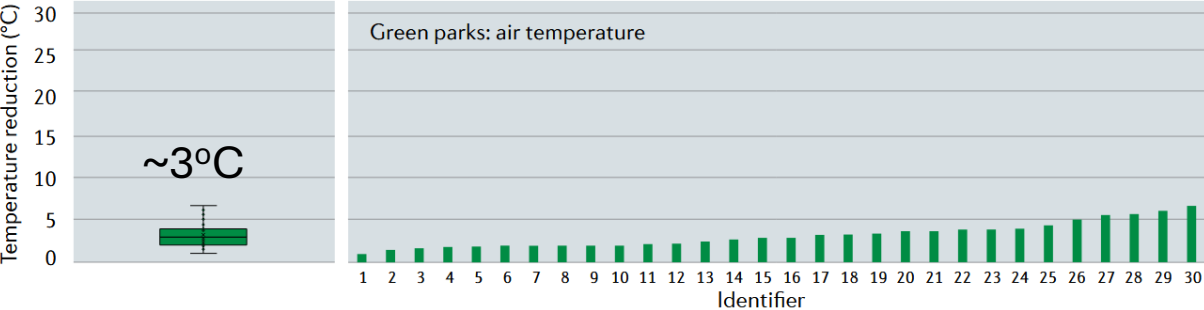
# Πως δουλεύει η βλάστηση;

Μηχανισμός	Διαδικασία	Τυπικό αποτέλεσμα ψύξης
Σκίαση	Η κόμη των δέντρων εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να φτάσει σε κτίρια, δρόμους και πεζούς.	Μείωση θερμοκρασίας επιφανειών <b>10–25 °C</b> και αέρα <b>1–3 °C</b> τοπικά.
Εξατμισοδιαπνοή	Τα φυτά απελευθερώνουν υδρατμούς μέσω των στομάτων. Η εξατμηση καταναλώνει θερμότητα (λανθάνουσα θερμότητα).	Μείωση θερμοκρασίας αέρα <b>1–5 °C</b> , ανάλογα με την πυκνότητα της βλάστησης και τη διαθεσιμότητα νερού.
Υψηλότερο Albedo (Ανακλαστικότητα)	Οι φυτεμένες επιφάνειες αντανακλούν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με σκοτεινά υλικά όπως η άσφαλτος.	Μικρότερη απορρόφηση θερμότητας και χαμηλότερη θέρμανση επιφανειών.
Μικρότερη αποθήκευση θερμότητας	Το έδαφος και η βλάστηση αποθηκεύουν λιγότερη θερμότητα από τα δομικά υλικά των πόλεων.	Μείωση της έντασης της αστικής θερμικής νησίδας κατά τη διάρκεια της νύχτας.

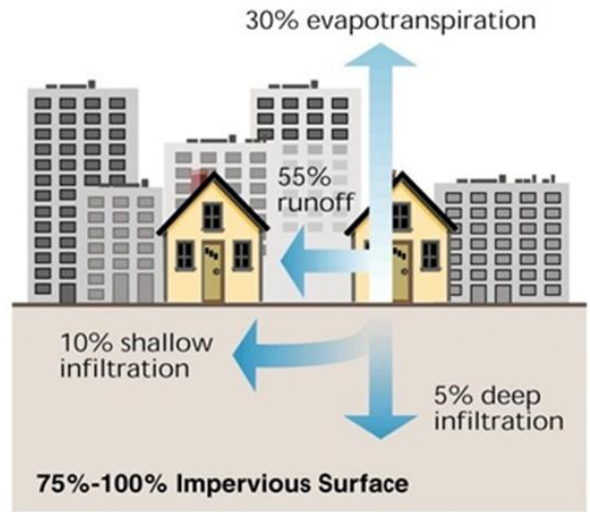
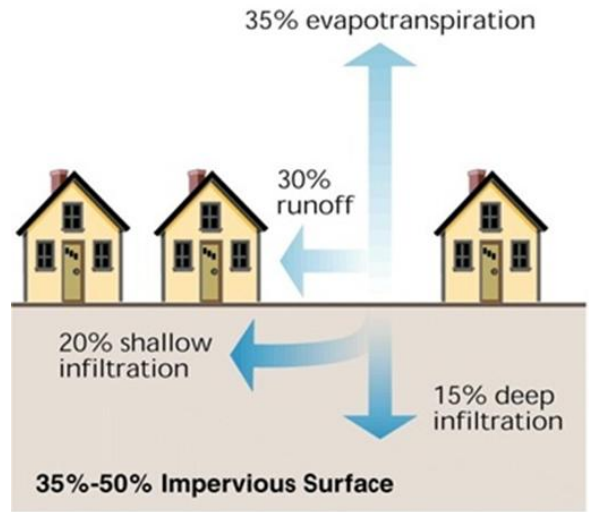
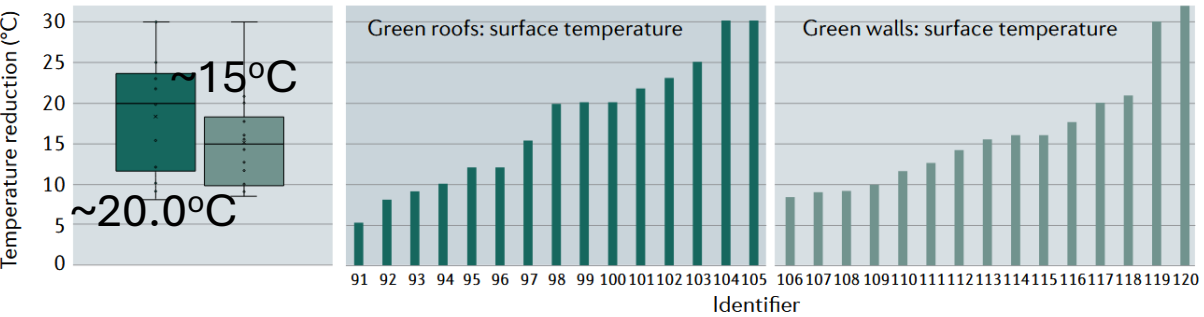
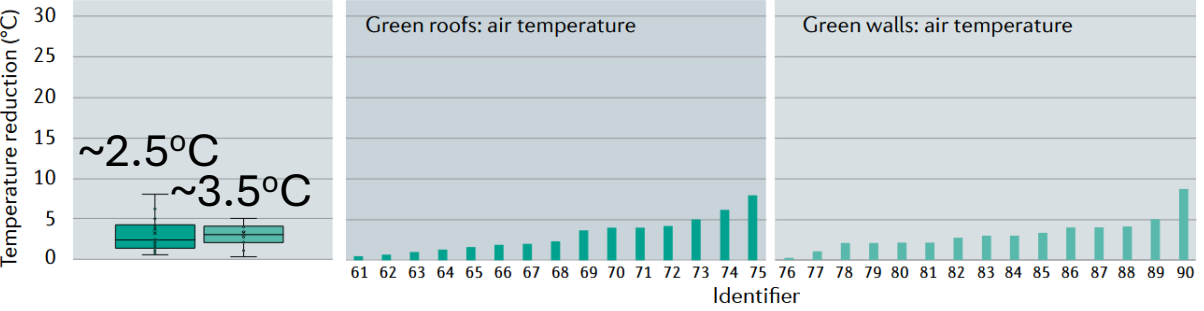


# Πόσο καλύτερα;

## a Greenery on the ground



## b Greenery on buildings



# Πόσο καλύτερα;

Study / Location	Green Infrastructure Type	Cooling Effect	Economic Benefit (Cooling-related)	Metric
11 UK city regions	Urban green & blue infrastructure (parks, gardens, woodland)	~0.64–0.89 °C urban cooling	<b>£24.55 million over 10 years</b>	Avoided labour productivity losses during hot days
London, UK	Urban green infrastructure	Cooling during hot year (2015)	<b>£13.97 million in one year</b>	Avoided heat-related productivity loss
European Union (scenario study)	Large-scale urban greening	Reduced building cooling demand	<b>92 TWh energy saved per year (~€364 billion NPV)</b>	Reduced cooling energy demand
Generic urban tree planting	Urban trees near buildings	Up to <b>30 % reduction in AC costs</b>	<b>Household electricity savings</b>	Reduced cooling demand
Rainbow Junction South Africa	1,000 additional trees	Cooling of urban microclimate	<b>156,000 kWh saved (~\$3.82 million annually)</b>	Reduced air-conditioning energy
Multiple cities (green roofs)	Green roofs	Reduced heat gain	<b>15–45 % reduction in cooling energy</b>	Building-scale cooling cost savings
Kochi, India (park study)	339 urban trees	Reduced heat island effect	<b>13,400 kWh electricity saved annually</b>	Building cooling demand reduction

# Τι δεν πρέπει να γίνει;

- Αύξηση της πυκνότητας δόμησης → Εγκλωβίζει τη θερμότητα που παράγεται.
- Αύξηση του ύψους των κτηρίων → Εμποδίζει τη δυνατότητα ψύξης της πόλης και εκθέτει δομικά υλικά στον ήλιο.
- Αύξηση του συντελεστή κάλυψης των οικοπέδων → Αυξάνει την επιφάνεια που προκαλεί θέρμανση και παράγει θερμότητα.
- Αύξηση των αδιαπέραστων επιφανειών στον ακάλυπτο χώρο των οικοπέδων → Αυξάνει τις επιφάνειες που παράγουν θερμότητα.

# Τι πρέπει να γίνει;

- Αύξηση του πράσινου στο δημόσιο χώρο (που προσφέρει σκιά και καλύπτει δομικά υλικά) → απορροφά τη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία και μειώνει τη διαθέσιμη ακτινοβολία που θα προκαλέσει θέρμανση.
- Αύξηση του ιδιωτικού χώρου με πράσινο και γυμνό έδαφος ή πορώδεις επιφάνειες.
- Μείωση δημοτικών τελών όσο αυξάνει το ιδιωτικό πράσινο.
- 2021 Ολλανδία, Καμπάνια «Σπάστε το πλακόστρωτο».

**Ο Στόχος είναι ένας:** Μεταξύ ηλιακής ακτινοβολίας και δομικού υλικού να παρεμβάλλεται βλάστηση.

## Τι να πάρετε μαζί σας;

- Η ηλιακή ακτινοβολία πάνω στα υλικά προκαλεί την εκπομπή θερμότητας.
- Η πόλη από τη φύση της έχει πολλά υλικά που βοηθούν τη θέρμανση.
- Η βλάστηση είναι το μόνο υλικό που «τρώει» την ακτινοβολία και δεν την κάνει θερμότητα, αλλά την κάνει φυτική μάζα.
- Ο μόνος τρόπος για να μειωθεί η θερμοκρασία σε μια πόλη είναι να αυξηθεί η βλάστηση που προσφέρει σκιά σε επιφάνειες που θα εκπέμπουν θερμότητα.
- Ο κλιματισμός ψύχει παροδικά τον κλειστό χώρο προσφέροντας στο εξωτερικό περιβάλλον την θερμότητα του εσωτερικού χώρου, μαζί με την θερμότητα που παράγει η λειτουργία του. Δηλαδή θερμαίνει περισσότερο την πόλη.
- Όσο και αν μονώσουμε τα κτήρια, η θερμότητα θα περάσει μέσα σε αυτά.
- Αν τα προγράμματα εξοικονομώ δεν συνδυαστούν με προγράμματα μείωσης της θερμοκρασία της πόλης δεν θα έχουν κανένα ουσιαστικό μακροχρόνιο αποτέλεσμα.
- Η αστική βλάστηση είναι εξοπλισμός όπως είναι στο σύστημα ύδρευσης, αποχέτευσης και το οδικό δίκτυο.

# Πηγές

- <https://www.euronews.com/my-europe/2025/08/20/why-brussels-doesnt-hate-air-conditioning-but-europe-still-struggles-with-it>
- <https://www.rff.org/publications/explainers/urban-heat-islands-101/>
- Air-conditioning anthropogenic heat in high-density residential areas: Spatial patterns and impacts, Energy and Buildings, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114406>  
<https://www.meteo.gr/graphics/extreme/High-impact-weather-events-Societal-Impacts.pdf>
- Khan, H., 2022. On the climatic synergies at the local, regional, and global scales. The impact on the built environment. <https://doi.org/10.26190/unsworks/24459>
- Dermosinoglou, A., Petropoulos, G.P., 2024. Exploring long term Impervious Surface Areas (ISA) dynamics using Landsat imagery, Machine Learning and GEE: The case of Attica, Greece. Remote Sensing Applications: Society and Environment 36, 101338. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101338>
- Kotroni, V., Bezes, A., Dafis, S., Founda, D., Galanaki, E., Giannaros, C., Giannaros, T., Karagiannidis, A., Koletsis, I., Kyros, G., Lagouvardos, K., Papagiannaki, K., Papavasileiou, G., 2025. Long-Term Statistical Analysis of Severe Weather and Climate Events in Greece. Atmosphere 16, 105. <https://doi.org/10.3390/atmos16010105>
- Wong, N.H., Tan, C.L., Kolokotsa, D.D., Takebayashi, H., 2021. Greenery as a mitigation and adaptation strategy to urban heat. Nat Rev Earth Environ 2, 166–181. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-00129-5>
- Akbari, H., 2002. Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants. Environmental Pollution 116, Supplement 1, S119–S126. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00264-0](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00264-0)

# Πηγές

- Jones, L., Fletcher, D., Fitch, A., Kuyler, J., Dickie, I., 2024. Economic value of the hot-day cooling provided by urban green and blue space. Urban Forestry & Urban Greening 93, 128212. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128212>
- Quaranta, E., Dorati, C., Pistocchi, A., 2021. Water, energy and climate benefits of urban greening throughout Europe under different climatic scenarios. Sci Rep 11, 12163. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88141-7>
- Anderson, V., Gough, W.A., 2022. Nature-based cooling potential: a multi-type green infrastructure evaluation in Toronto, Ontario, Canada. Int J Biometeorol 66, 397–410. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02100-5>