

Αστικές θερμικές νησίδες: Οι πόλεις υπερθερμαίνονται. Το ίδιο και εμείς...

**PROJECT OF EUROPEAN SPACE AGENCY:
CLIMATE DETECTIVES**

**Βασιλείου Μυρτώ, Γκούση Δάφνη, Νομικός Δανιήλ, Μπισμπιρούλια Ειρήνη,
Παπαδόπουλος Ευρυμέδων, Τζιγκουνάκη Βάλια, Χούλια Αναστασία, Αλέξης Γιώργος,
Ελένης Έκτορας, Μπούμπουκας Ραφαήλ, Νικολάου Ιάσων, Σόρτση Ραφαέλα, Ζιάκα
Αναστασία, Καπλάνη Μαρία, Μαυρογονάτου Ελευθερία, Χαντζηκωνσταντής Γιώργος**

Υπεύθυνη καθηγήτρια: Ευαγγελοπούλου Αναστασία

7^ο Γυμνάσιο Ηλιούπολης





Περιεχόμενα

Θεωρητικό μέρος

Τι είναι το φαινόμενο της θερμικής νησίδας και πώς δημιουργείται;

Από ποιους παράγοντες εξαρτάται;

ΕΟbrowser: Μελέτη δεικτών Green city, Moisture Index, Moisture Stress, NDVI

Ποιες είναι οι επιπτώσεις των αστικών θερμικών νησίδων;

Πώς μπορούμε να μετριάσουμε τις επιπτώσεις;

Πώς μπορούμε να προσαρμοστούμε στο φαινόμενο αυτό;

Πειραματικό μέρος

Τρόποι αντιμετώπισης-
Προτάσεις

Βιβλιογραφία-Αναφορές

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

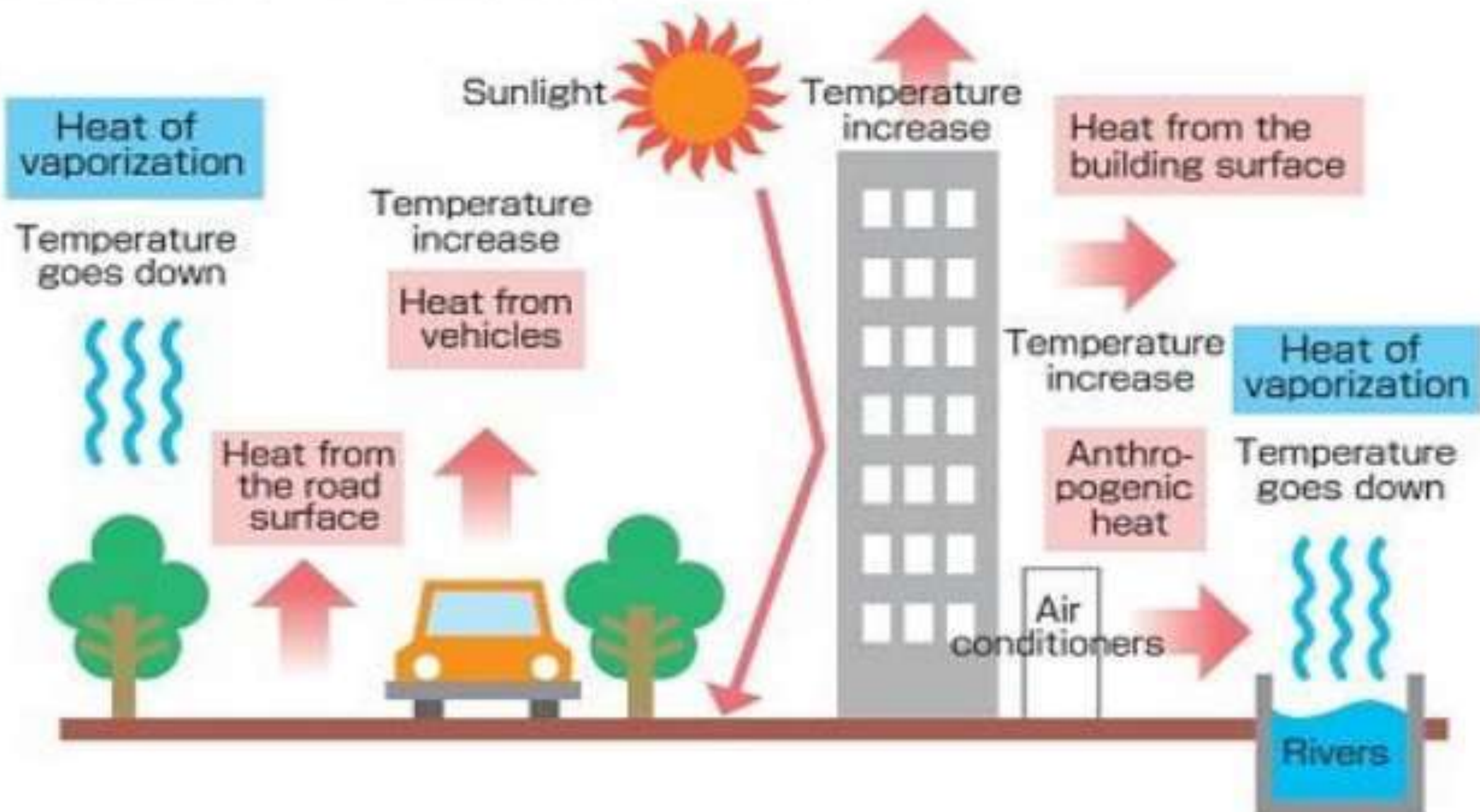
Τι είναι οι αστικές θερμικές νησίδες;

Το φαινόμενο κατά το οποίο η θερμοκρασία στο κέντρο μιας πόλης είναι μεγαλύτερη απ' αυτή των προαστίων και της αγροτικής περιοχής που την περιβάλλει. Παρατηρείται κυρίως μετά τη δύση του ήλιου!

Οι βασικοί παράγοντες που προκαλούν την εμφάνιση της αστικής θερμونهσίδας είναι:

- ❖ Η υψηλότερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας απ' τους δρόμους (λόγω της μικρής ανακλαστικότητάς τους) και της θερμότητας απ' τα υλικά των κτιρίων και η απελευθέρωση της θερμότητας τη νύχτα.
- ❖ Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που γίνονται στο κέντρο της πόλης και τα περισσότερα, σε σχέση με την περιφέρεια, οχήματα που υπάρχουν εκεί.
- ❖ Η επανεκπομπή προς το έδαφος της μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας απ' τους ρύπους που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.
- ❖ Η μειωμένη εξάτμιση λόγω της έλλειψης πράσινου και δένδρων στο κέντρο της πόλης.

●How the Heat Island Phenomenon occurs



Πώς δημιουργήθηκαν οι αστικές θερμικές νησίδες;

□ Εξαιτίας της ενεργειακής ισορροπίας ανάμεσα στην εισερχόμενη και την εξερχόμενη ακτινοβολία σε μια περιοχή

Τόσο τα αστικά όσο και τα αγροτικά συστήματα απορροφούν ηλιακή ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος κατά τη διάρκεια της ημέρας, την οποία αποθηκεύουν και στη συνέχεια εκπέμπουν μέρος αυτής στην ατμόσφαιρα με τη μορφή θερμικής υπέρυθρης ακτινοβολίας. Όταν η ενέργεια που εκπέμπεται βρίσκεται σε ισορροπία με αυτήν που απορροφάται, τότε η θερμοκρασία είναι περίπου σταθερή.

°F

92-

85-

°C

-33

-32

-31

-30

Επειδή όμως τα διάφορα συστήματα δεν είναι απομονωμένα, οι τοπικές κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν σημαντικά τις τοπικές θερμοκρασίες και δημιουργούν είτε θερμικά κέρδη ή θερμικές απώλειες. Η μεταξύ τους ισορροπία, η οποία σε συνδυασμό με τις ροές θερμότητας διαμορφώνει τη θερμοκρασία που τελικά καταγράφεται, ονομάζεται θερμικό ισοζύγιο ενός τόπου.



Rural

Suburban
Residential

Commercial

Downtown

Urban
Residential

Park

Suburban
ResidentialRural
Farmland

Παράγοντες που συμβάλουν στην εμφάνιση του φαινομένου

Αυτά τα υλικά απορροφούν και διατηρούν τη θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας, απελευθερώνοντάς την αργά τη νύχτα, αυξάνοντας έτσι τις νυχτερινές θερμοκρασίες

Η αφθονία των αδιαπέραστων επιφανειών όπως το σκυρόδεμα, η άσφαλτος που χρησιμοποιούνται στις αστικές υποδομές

Μείωση των χώρων πρασίνου, που αντικαθίστανται από κτίρια, δρόμους και άλλες υποδομές

Τα ψηλά κτίρια και τα στενά δρομάκια μπορούν να δημιουργήσουν **αστικά φαράγγια** που εμποδίζουν τη διάχυση της θερμότητας

Η βλάστηση έχει φυσικό δροσερό αποτέλεσμα μέσω των διαδικασιών σκίασης και εξατμισοδιαπνοής, όπου τα φυτά απελευθερώνουν υγρασία στον αέρα.

HEAT ISLANDS

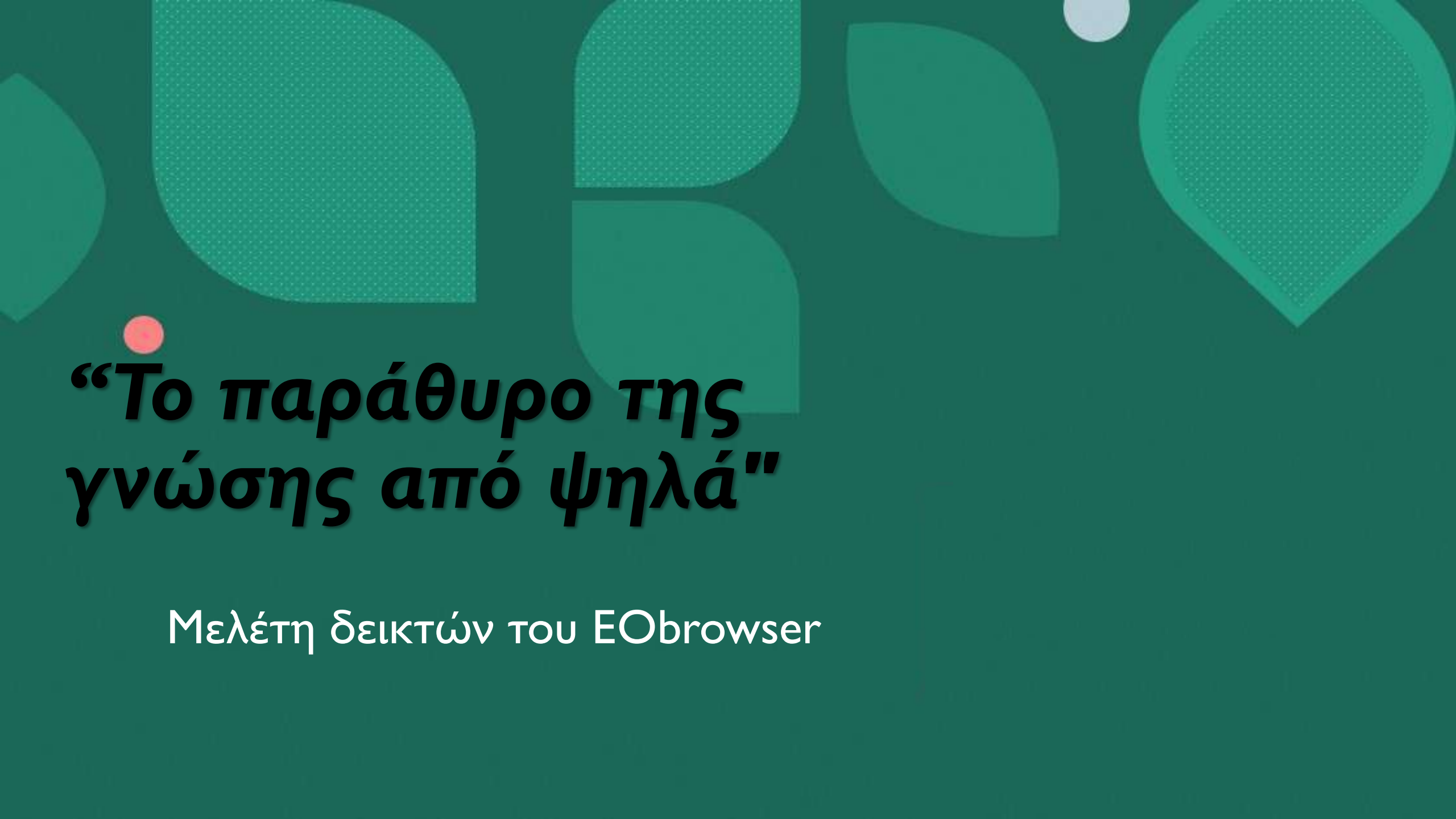
Temperature varies with land use



Πηγή [climate central](https://climatecentral.org)

Source: U.S. EPA 2012

CLIMATE  CENTRAL



“Το παράθυρο της γνώσης από ψηλά”

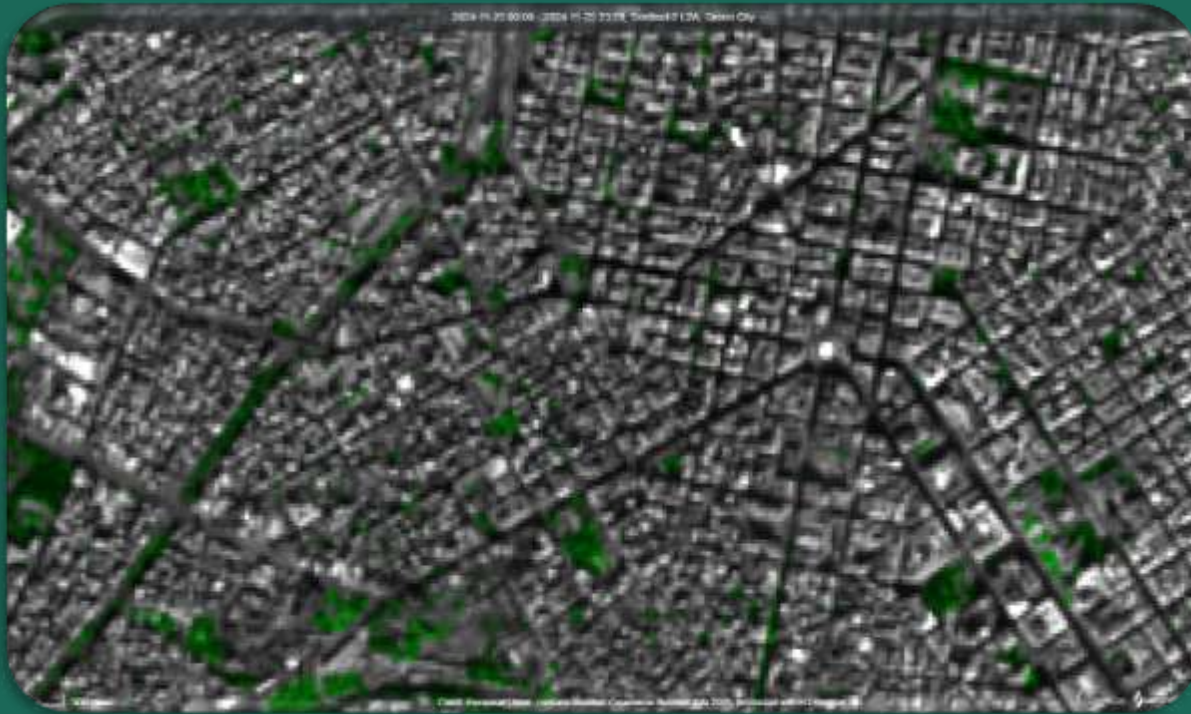
Μελέτη δεικτών του EObrowser

Αστική διαφορά (1/2)

- Με τη βοήθεια του δείκτη Green City μπορούμε να δούμε πόσο αστική είναι μια περιοχή.
- Όπως βλέπουμε στην εικόνα, η Ηλιούπολη σε σύγκριση με άλλες πόλεις περιέχει αρκετή βλάστηση.
- Η ποσότητα βλάστησης βοηθάει στην εξισορρόπηση της θερμοκρασίας.



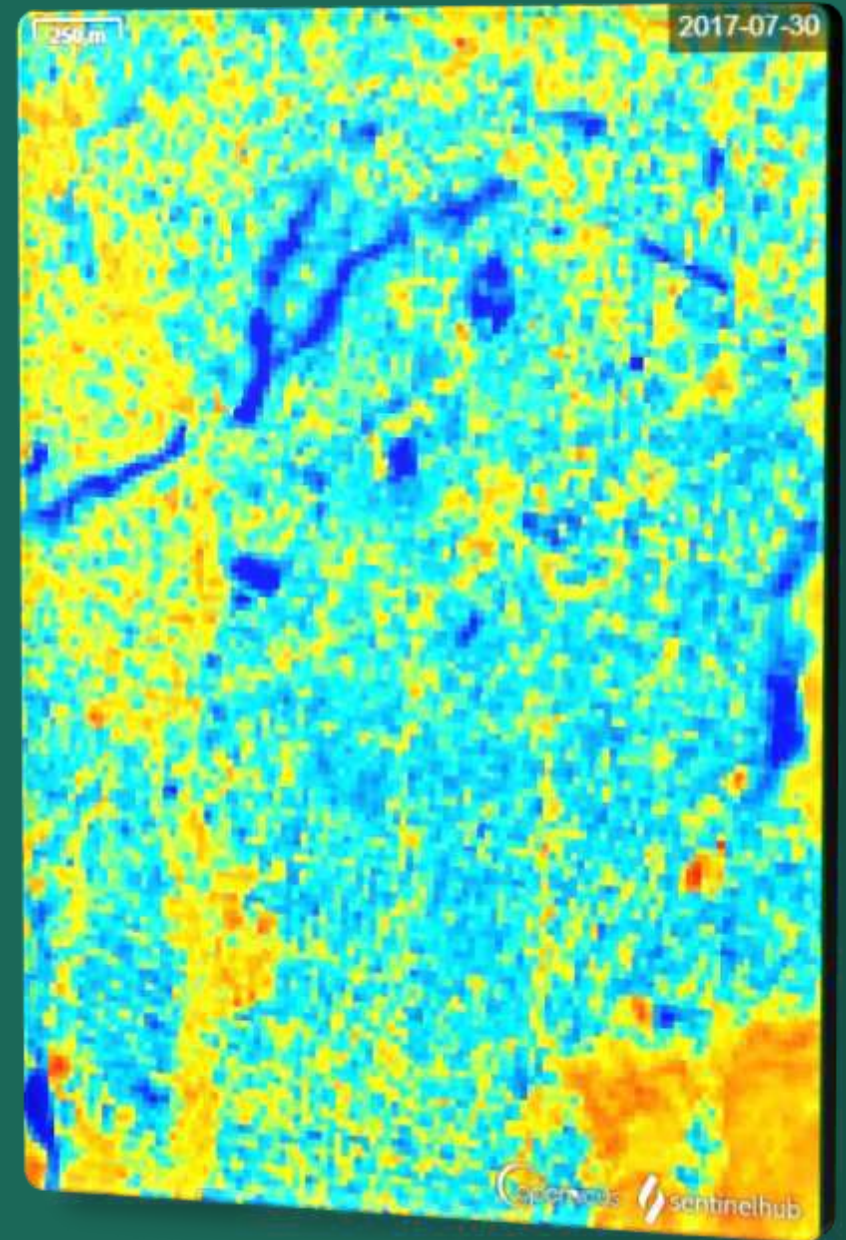
Αστική διαφορά (2/2)



- Με τον ίδιο δείκτη παρατηρούμε ότι στο κέντρο της Αθήνας υπάρχει λιγότερη βλάστηση και είναι μια πιο πυκνοκατοικημένη περιοχή.
- ✓ Ως συμπέρασμα στο κέντρο της Αθήνας κυριαρχούν πιο υψηλές θερμοκρασίες από ότι στην Ηλιούπολη.

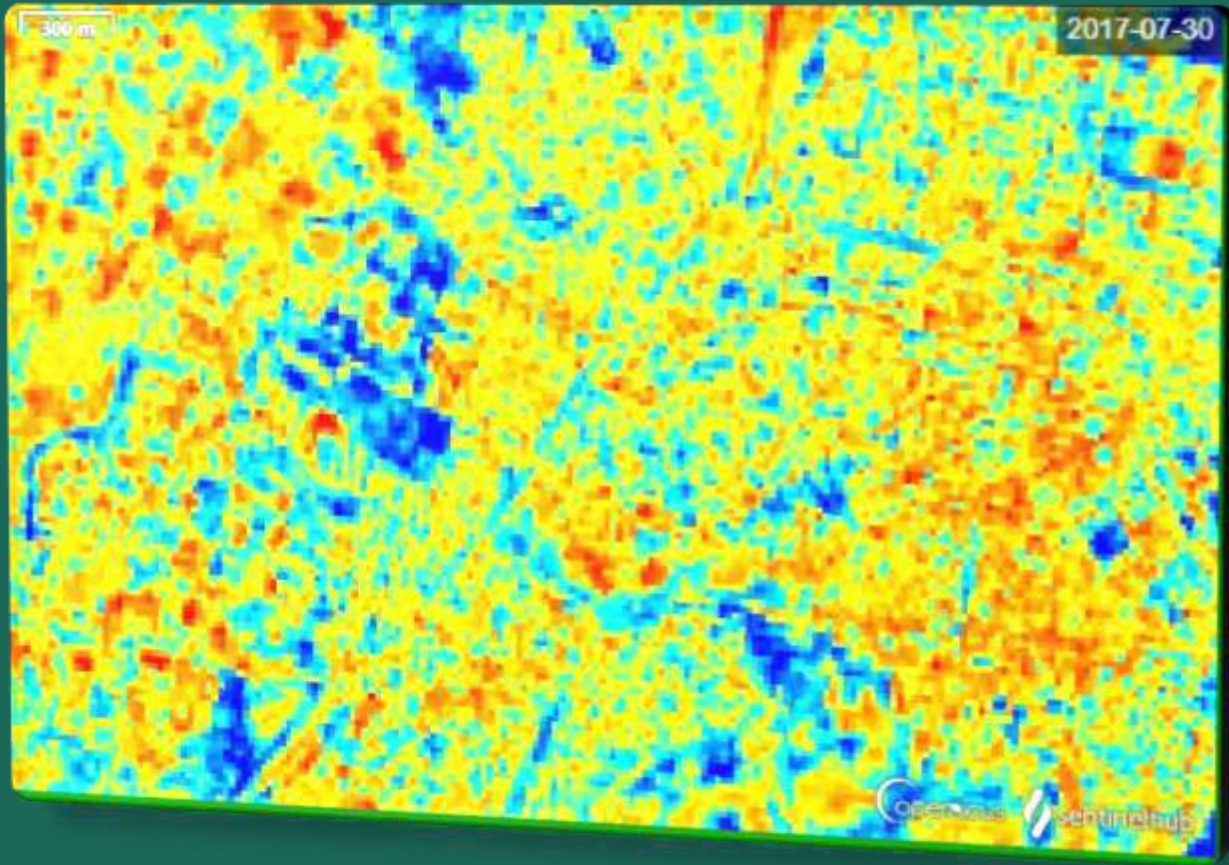
Ξηρασία στην Ηλιούπολη (1/2)

- Με βάση τον δείκτη Moisture Index, με κίτρινο προς κόκκινο χρώμα αντιπροσωπεύεται η έντονη ξηρασία ενώ με πράσινο και μπλε αντιπροσωπεύονται οι περιοχές που έχουν υγρασία.
- Οι τιμές άνω του 0 μας δείχνουν την υγρασία ενώ οι αρνητικές τιμές την ξηρασία.
- ✓ Στο time-lapse που παρατηρούμε βγάζουμε ως συμπέρασμα ότι από το 2017-2024 τους καλοκαιρινούς μήνες υπάρχει αύξηση της ξηρασίας και προβλέπεται να συνεχίζει να αυξάνεται.



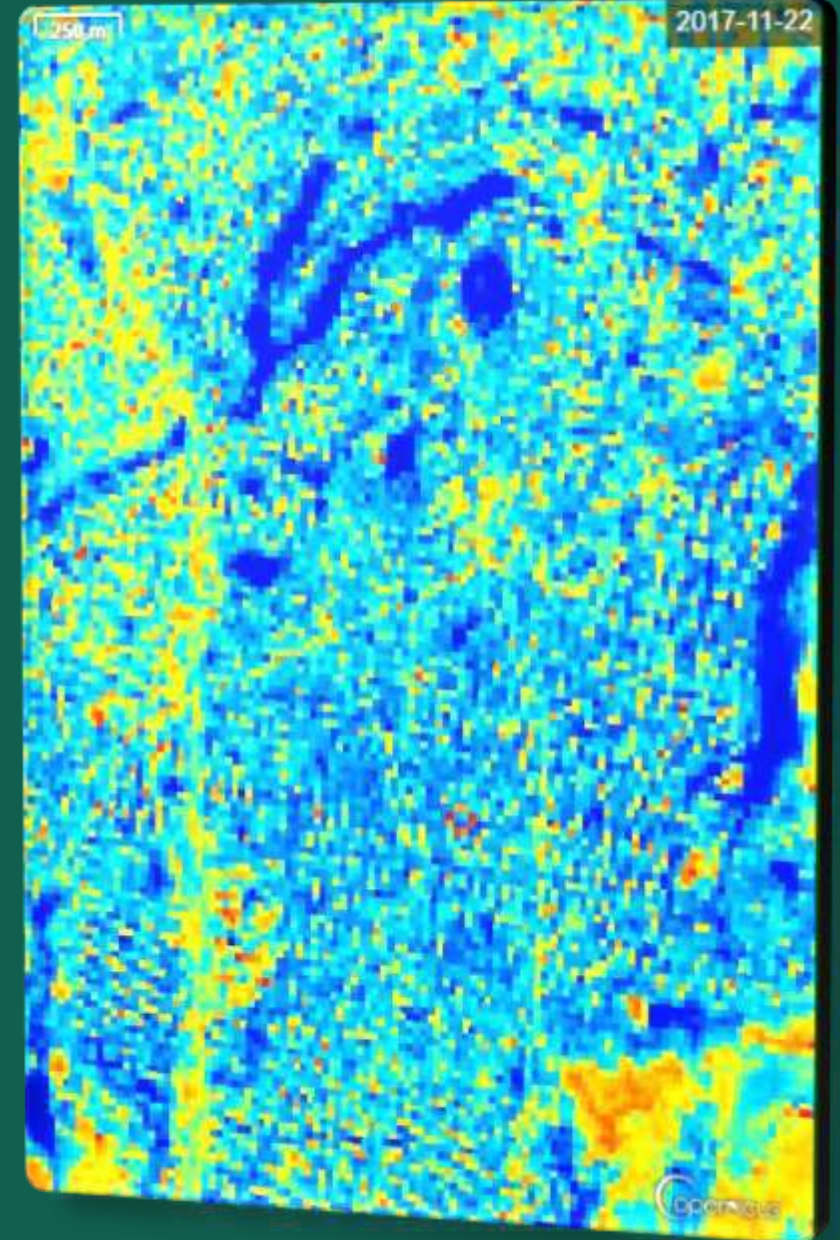
Ξηρασία στην Αθήνα (1/2)

- Με βάση τον ίδιο δείκτη στην Αθήνα ανεξαρτήτως της χρονικής περιόδου που θα επιλέξουμε καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει πολύ περισσότερη ξηρασία από ότι στην Ηλιούπολη.
- Επίσης αντιλαμβανόμαστε από το time-lapse ότι όσο περνάνε τα χρόνια αυτή η κατάσταση επιδεινώνεται.



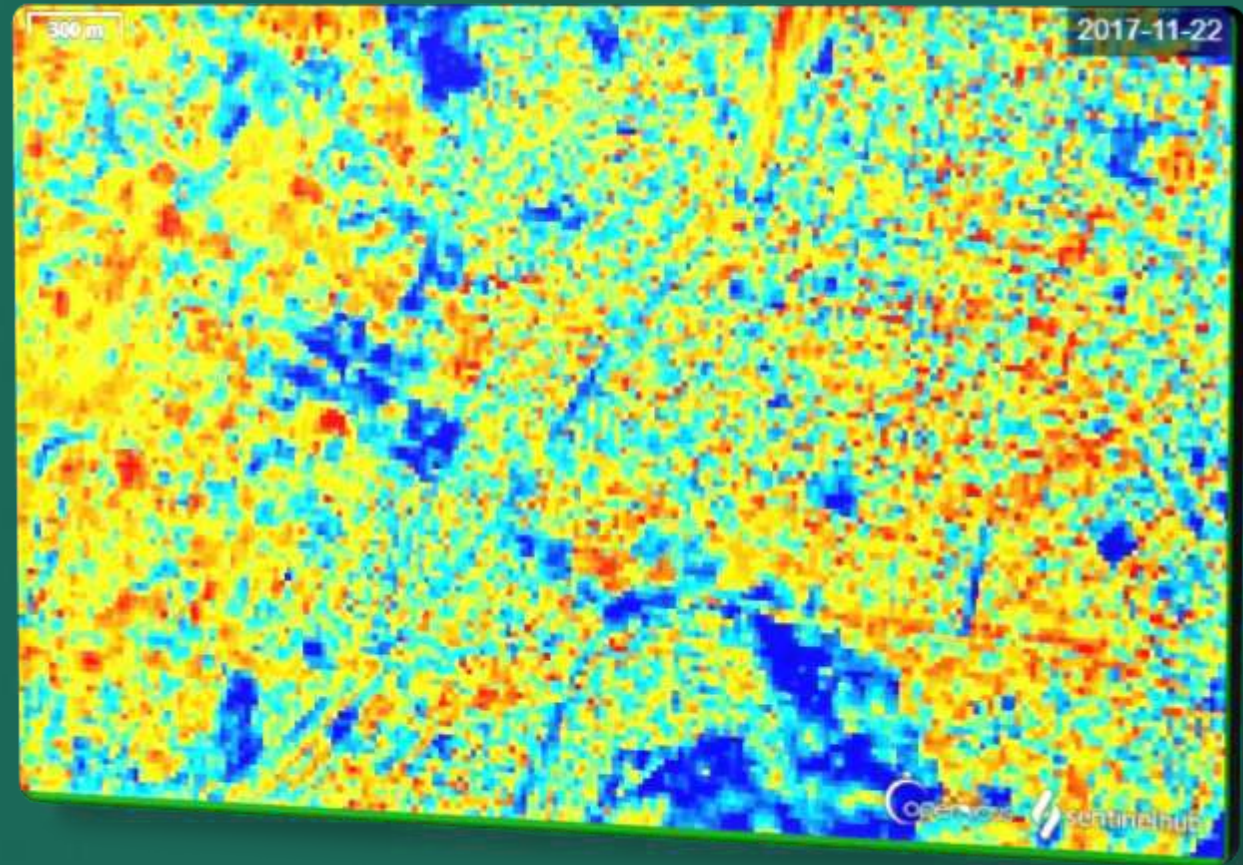
Ξηρασία στην Ηλιούπολη (2/2)

- Με τον ίδιο δείκτη (Moisture Index) βλέπουμε ότι τον χειμώνα στην Ηλιούπολη από το 2017-20 το ποσοστό υγρασίας παρέμεινε σχετικά ίδιο.
- Όμως από το 2020 και μετά παρατηρείται αύξηση της ξηρασίας και τον χειμώνα.
- Αυτό μας εξηγεί τις αυξημένες θερμοκρασίες που ζούμε αυτά τα χρόνια.



Ξηρασία στην Αθήνα (2/2)

- Ο χειμώνας στο κέντρο της Αθήνας θυμίζει τα καλοκαίρια στην Ηλιούπολη.
- Παρατηρείται αρκετή έλλειψη υγρασίας όλες τις χρονιές εκτός από το 2019-20 που είχαμε αρκετές βροχοπτώσεις με περιόδους έντονης υγρασίας.



Διαφορά υγρασίας Moisture Stress Index (1/3)

- Με τη βοήθεια του δείκτη Moisture Stress με τιμές κάτω από το μηδέν αντιπροσωπεύεται η ξηρασία.
- Ενώ οι τιμές < 0.2 είναι η χαμηλή υγρασία και όσο πιο σκούρο γίνεται το μπλε χρώμα τόσο υψηλότερη υγρασία υπάρχει.
- Στην Ηλιούπολη το καλοκαίρι του 2024 υπήρχε υγρασία παρά τις υψηλές θερμοκρασίες.



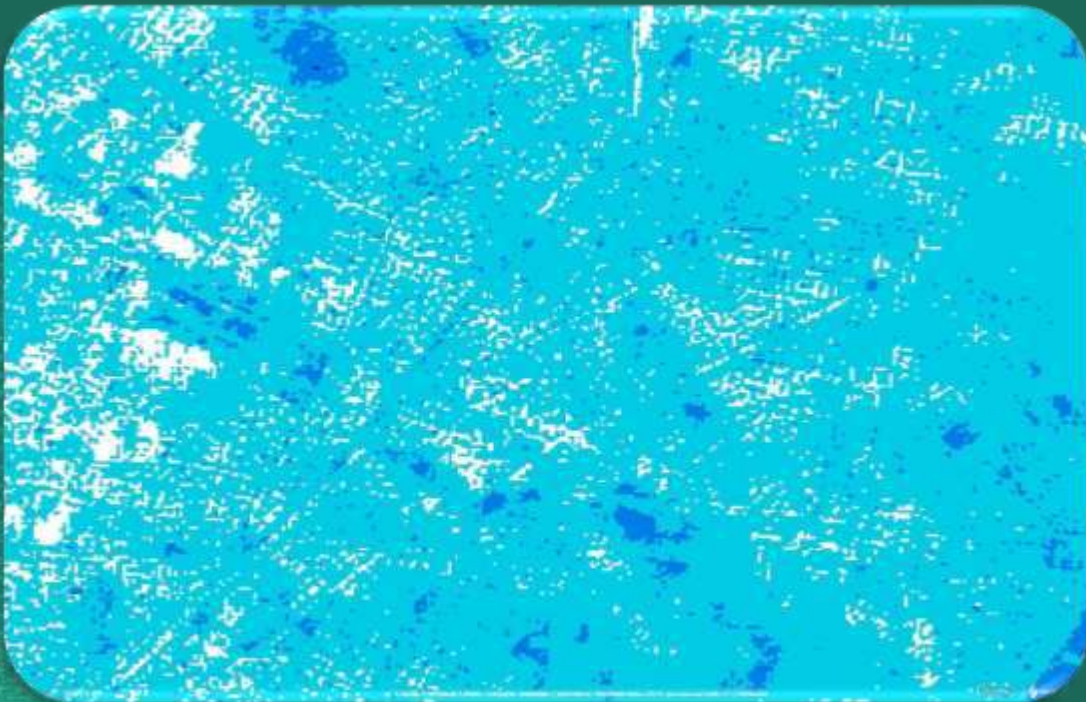
Διαφορά υγρασίας *Moisture Stress Index* (2/3)



- Στο κέντρο της Αθήνας, το περασμένο καλοκαίρι (2024), το ποσοστό υγρασίας ήταν πολύ χαμηλό.
- Στις περισσότερες περιοχές είχε ξηρασία ενώ σε άλλες είχε ελάχιστη υγρασία.

Διαφορά υγρασίας *Moisture Stress Index* (3/3)

- Μελετώντας τον ίδιο δείκτη στην Ηλιούπολη τον χειμώνα του 2024 παρατηρούμε ότι επικρατεί η υγρασία με ακόμα ένα μικρό ποσοστό ξηρασίας.
- Παρόλα αυτά το κέντρο της Αθήνας αυτόν τον χειμώνα είχε έντονη υγρασία που ξεπέρασε ακόμη και την Ηλιούπολη.



Η σημασία της βλάστησης (1/2)



- Ο δείκτης NDVI (Normalized difference vegetation index), μας δείχνει το ποσοστό βλάστησης μιας περιοχής.
- Οι τιμές άνω του 0 είναι σημεία που υπάρχει βλάστηση και απεικονίζεται με πράσινο χρώμα.
- Οι αρνητικές τιμές είναι κατοικίες-κτήρια και απεικονίζονται με άσπρο και μαύρο χρώμα.
- Στην Ηλιούπολη υπάρχει αρκετή βλάστηση που βοηθάει στη ρύθμιση της θερμοκρασίας

Η σημασία της βλάστησης (2/2)



- Στο κέντρο της Αθήνας παρατηρούμε ότι αφού είναι μια πυκνοκατοικημένη περιοχή η βλάστηση είναι τουλάχιστον 2 φορές μικρότερη.
- Αυτό εξηγεί γιατί τους περισσότερους μήνες του χρόνου κυριαρχεί η ζέστη, εφόσον δεν υπάρχει αρκετή βλάστηση να εξισορροπήσει την θερμοκρασία.

**Οι επιπτώσεις των αστικών θερμικών
νησίδων**

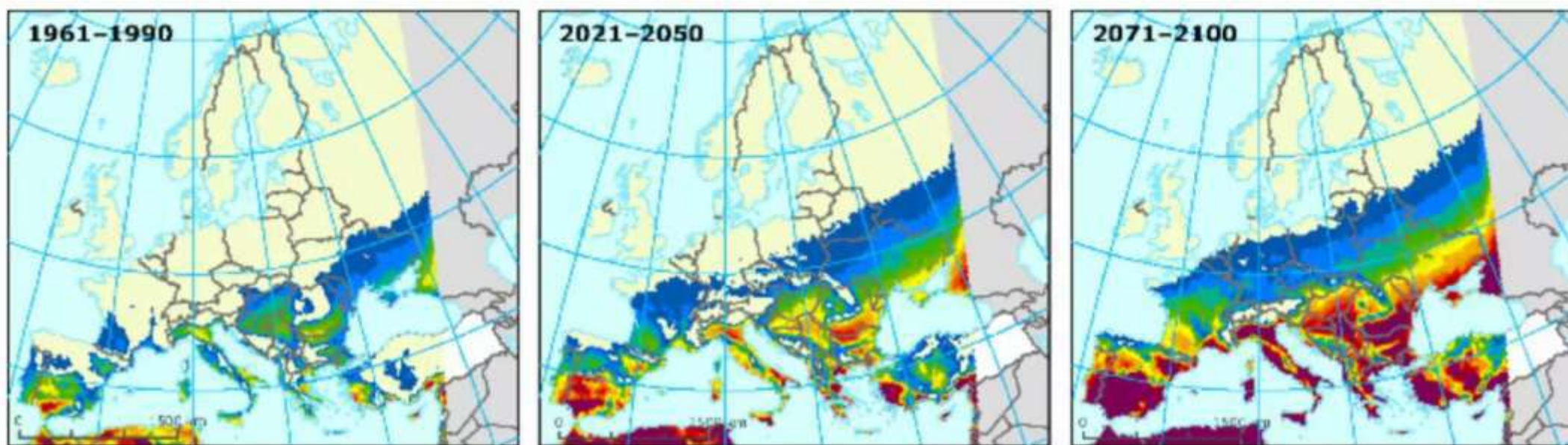


Οι τροπικές νύχτες

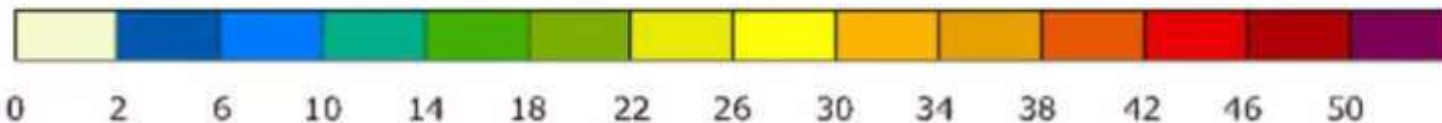
- Είναι φαινόμενο της τάσης των πόλεων να παρουσιάζουν υψηλότερες θερμοκρασίες αέρα σε σχέση με την ύπαιθρο που τις περιβάλλει, διαφορά που είναι πιο έντονη κατά τις νυχτερινές ώρες σε σχέση με την υπόλοιπη ημέρα.
- Οι τροπικές νύχτες χαρακτηρίζονται από θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 26°C !
- Μπορεί να επηρεάσουν την υγεία, καθώς η έλλειψη δροσιάς και αέρα τη νύχτα μπορεί να προκαλέσει δυσφορία και να επηρεάσει τον ύπνο.



Πρόβλεψη Θερμοκρασιών Τροπικής Νύχτας (1961-2100)



Συνολικός αριθμός τροπικών νυκτών ($>20^{\circ}\text{C}$) και θερμών ημερών ($>35^{\circ}\text{C}$)



Χωρίς δεδομένα
Εκτός μελέτης



Οι επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό

- Οι αστικές θερμικές νησίδες επηρεάζουν αρνητικά την υγεία, προκαλώντας αυξημένο κίνδυνο θερμοπληξίας, αφυδάτωσης και καρδιαγγειακών προβλημάτων, ιδιαίτερα στους ευάλωτους πληθυσμούς, όπως οι ηλικιωμένοι, τα παιδιά και όσοι έχουν χρόνιες παθήσεις.
- Οι υψηλές θερμοκρασίες επιδεινώνουν την ποιότητα του αέρα, ενισχύοντας τη συγκέντρωση ρύπων και αλλεργιογόνων. Επίσης, επηρεάζουν αρνητικά την ψυχολογία των ανθρώπων, προκαλώντας άγχος, ευερεθιστότητα και αίσθημα δυσφορίας λόγω της παρατεταμένης έκθεσης σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Παράλληλα, η αποφυγή κοινωνικών δραστηριοτήτων λόγω της ζέστης αυξάνει την αίσθηση απομόνωσης και μοναξιάς.



Οι επιδράσεις στους υπόλοιπους οργανισμούς(1/3)

- Οι αστικές θερμικές νησίδες επηρεάζουν αρνητικά τους υπόλοιπους ζωντανούς οργανισμούς, όπως τα φυτά, τα ζώα και τους μικροοργανισμούς, διαταράσσοντας τα οικοσυστήματα και τις φυσικές τους διαδικασίες.
- Οι υψηλές θερμοκρασίες στις πόλεις μπορούν να προκαλέσουν θερμικό στρες στα φυτά, μειώνοντας την ανάπτυξή τους και την ικανότητά τους να απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα.



Οι επιδράσεις στους υπόλοιπους οργανισμούς(2/3)

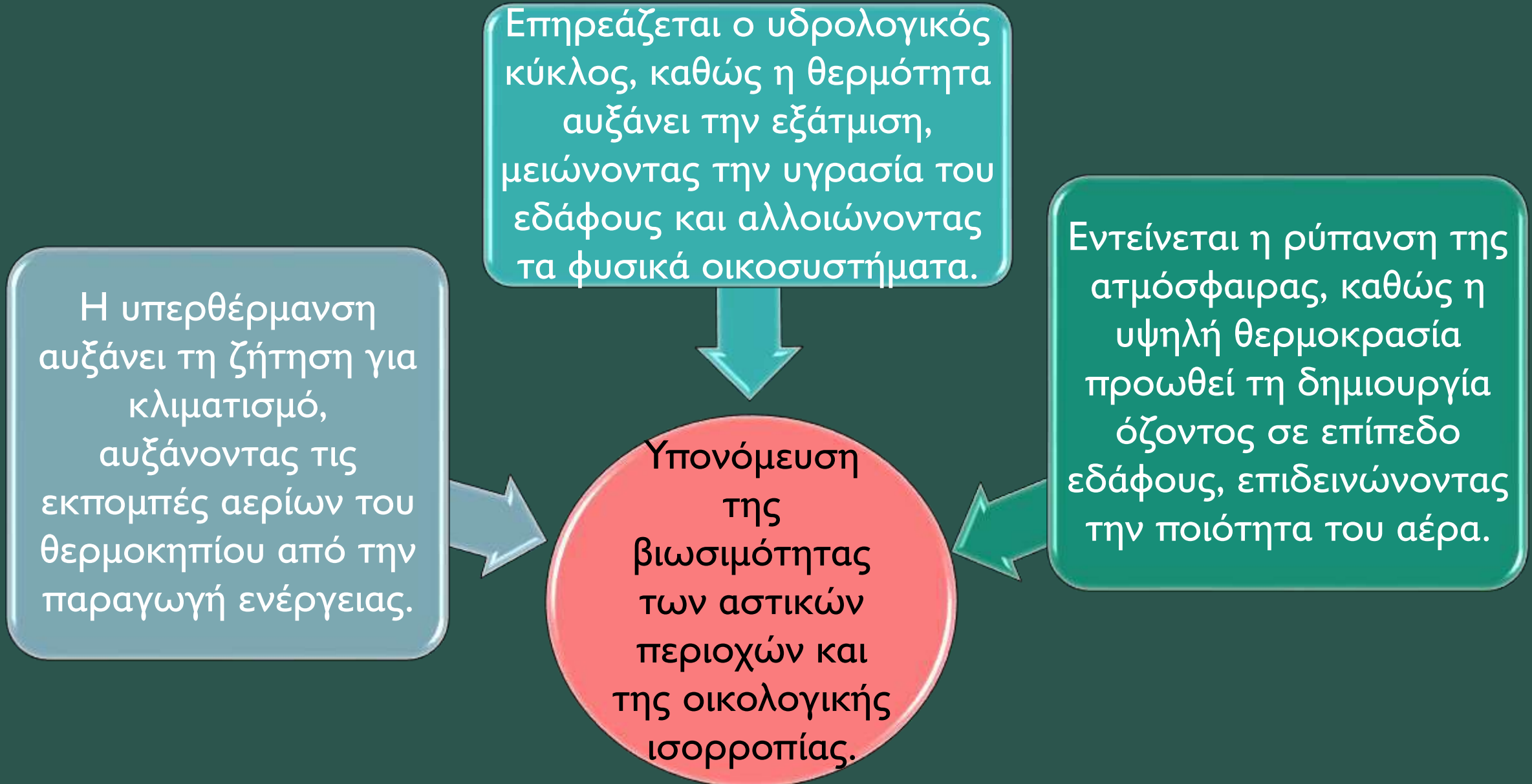
- Τα αστικά ζώα, ιδιαίτερα εκείνα που δεν έχουν πρόσβαση στο νερό ή σκιά, αντιμετωπίζουν κινδύνους αφυδάτωσης, θερμοπληξίας και δυσκολίας επιβίωσης. Επιπλέον, οι αλλαγές στη θερμοκρασία επηρεάζουν τη συμπεριφορά των ζώων, όπως οι μεταναστευτικές συνήθειες και οι κύκλοι αναπαραγωγής.



Οι επιδράσεις στους υπόλοιπους οργανισμούς(3/3)

- Οι μικροοργανισμοί στο έδαφος και στο νερό επηρεάζονται επίσης, καθώς η υπερθέρμανση μπορεί να διαταράξει τη βιοποικιλότητα και την ισορροπία των μικροβιακών κοινοτήτων.
- Συνολικά, η αύξηση της θερμοκρασίας στις αστικές περιοχές οδηγεί σε απώλεια βιοποικιλότητας και εξασθένιση της οικολογικής ισορροπίας, με σοβαρές επιπτώσεις για όλα τα είδη.

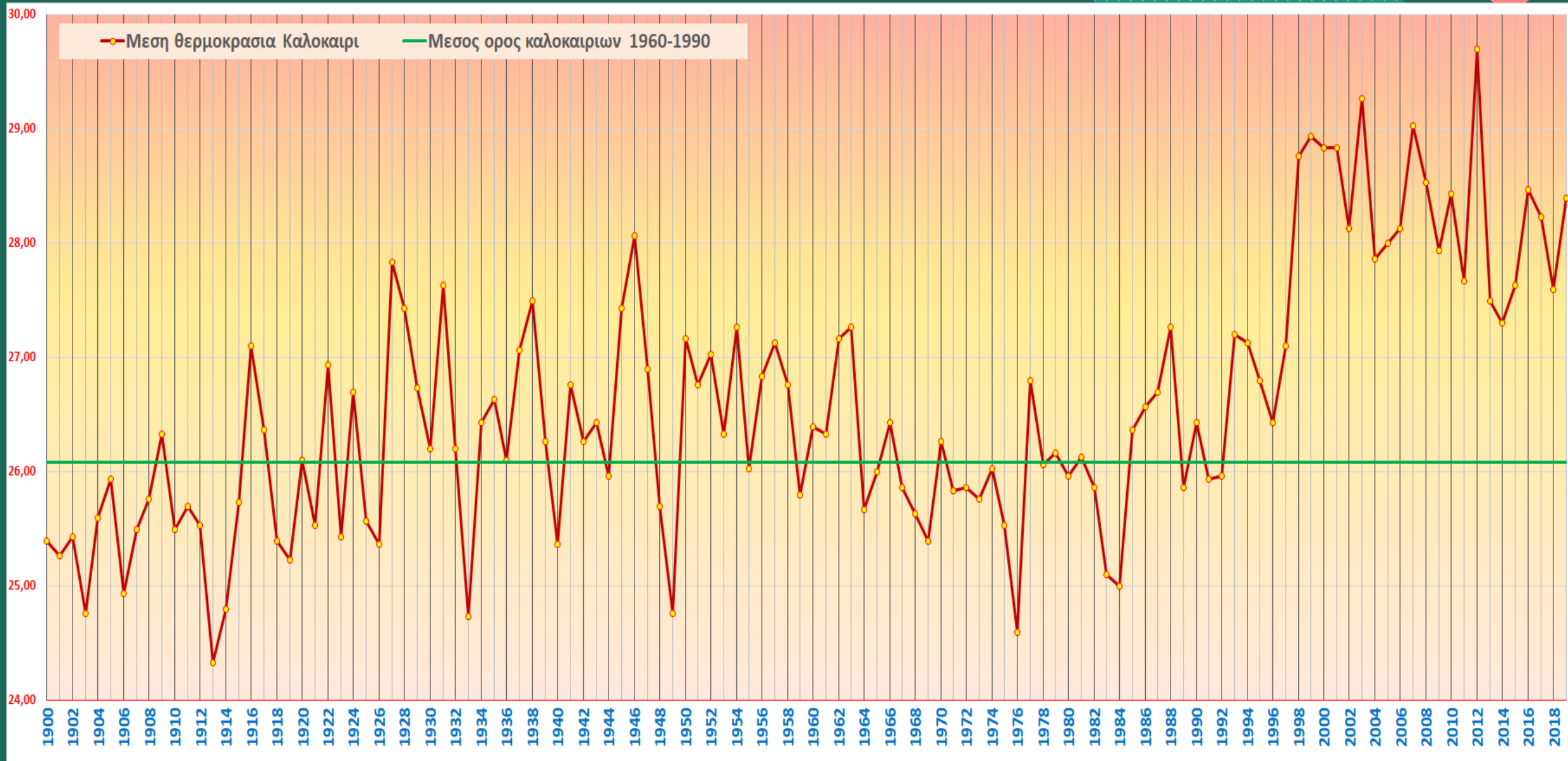
Οι επιδράσεις στο περιβάλλον



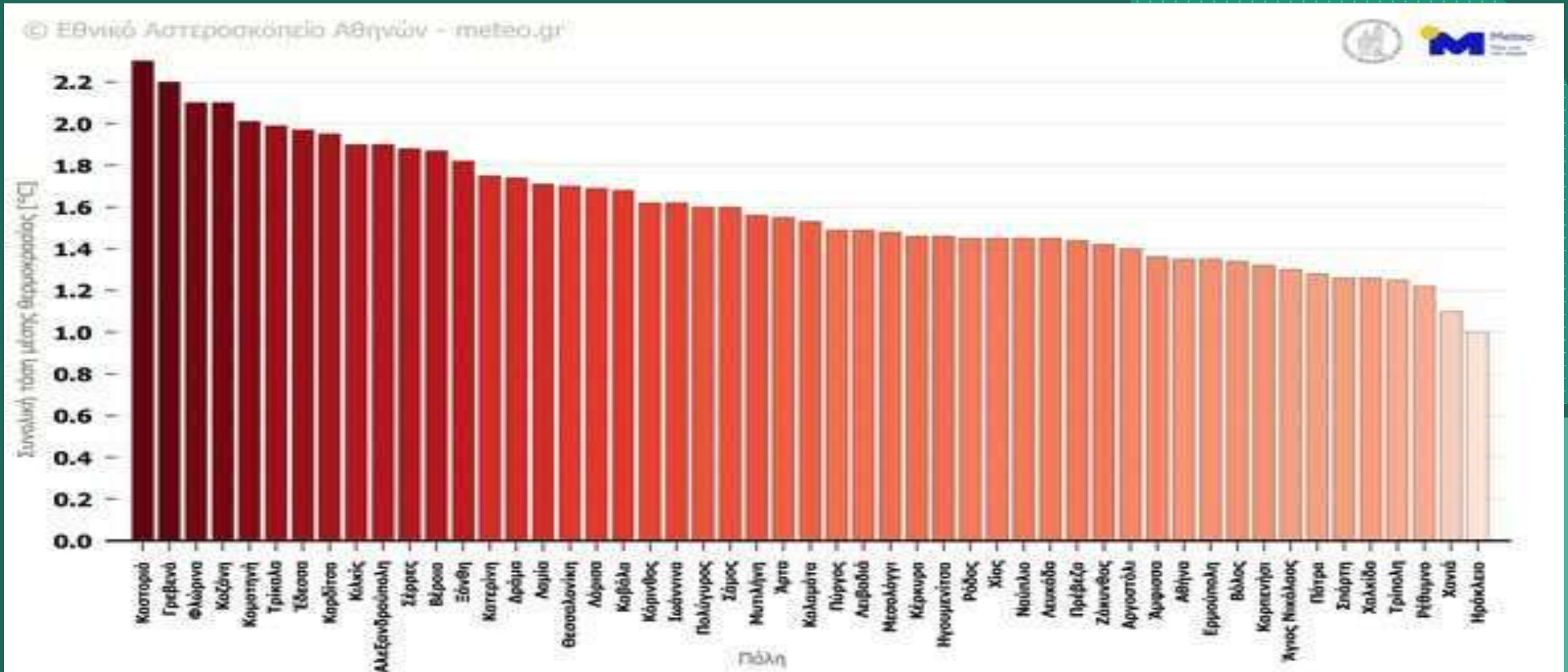
Ο νέος όρος «βιομετεωρολογία»

- Η βιομετεωρολογία είναι η επιστήμη που εξετάζει τις καιρικές συνθήκες και τις επιπτώσεις τους στην υγεία, στηριζόμενη στους **«δείκτες δυσφορίας»** που προκαλούν οι ατμοσφαιρικές αλλαγές στις ομάδες του πληθυσμού.
- Ο μουντός και βροχερός καιρός φέρνει μελαγχολία, κακοκεφιά και συχνά τάση υπερφαγίας και επιθυμία για γλυκά. Όσο για τα παιδιά, γίνονται πιο απείθαρχα, ενώ στα σχολικά διαγωνίσματα η απόδοσή τους είναι χαμηλή.
- Την περίοδο του χειμώνα, οπότε και υπάρχει αυξημένη υγρασία, ο μέσος ημερήσιος αριθμός θανάτων από οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου είναι περίπου 32% μεγαλύτερος σε σχέση με το καλοκαίρι. Στο συμπέρασμα αυτό κατέληξαν οι ειδικοί της Α' Πανεπιστημιακής Καρδιολογικής Κλινικής του Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Ιπποκράτειο Νοσοκομείο).
- Ο υγρός καιρός μπορεί να δημιουργήσει κρίσεις ημικρανίας και σε άτομα που δεν αντιμετωπίζουν τέτοιο πρόβλημα.

Μέση θερμοκρασία της Αθήνας τα τελευταία 100 χρόνια, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες



Διάγραμμα αύξησης της μέσης θερμοκρασίας στις μεγάλες πόλεις της Ελλάδας τα τελευταία 30 χρόνια



Συνολική τάση μέσης θερμοκρασίας [°C]

Περιοχή: Ελλάδα • Χρονική περίοδος: 1991-2020

Δεδομένα: ERA5-Land • C3S/ECMWF

Πώς θα αντιμετωπιστεί το φαινόμενο; Προσαρμογή

- Η εκπαίδευση και η ενημέρωση των πολιτών μπορούν να συμβάλουν στην ευαισθητοποίηση των κοινοτήτων σχετικά με τα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη των βιώσιμων πρακτικών για τη μείωση της θερμότητας, όπως η χρήση μέσων μαζικής μεταφοράς, φύτευση δέντρων, η οικολογική στέγη/οδόστρωση.
- Αερισμός: Όταν δύει ο ήλιος, ανοίξτε τα παράθυρα και τις πόρτες και αφήστε το αεράκι να μπει μέσα. Απελευθερώστε τυχόν θερμό αέρα που έχει συσσωρευτεί στο σπίτι σας κατά τη διάρκεια των ζεστών ωρών της ημέρας, επιτρέποντας τη ροή ψυχρότερου αέρα στο σπίτι σας.

Πώς θα αντιμετωπιστεί το φαινόμενο; Μετριασμός (1/3)

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου της θερμικής νησίδας, απαιτούνται μέτρα όπως:

1. Ανοιχτόχρωμα σπίτια και λευκές στέγες που είναι πολύ πιο αποτελεσματικά στην αντανάκλαση έως και 50% περισσότερου φωτός και στη μείωση της θερμοκρασίας
2. Πράσινες στέγες που είναι η πρακτική της φύτευσης βλάστησης (γρασίδι ή/και φυτά) σε μια στέγη, όπως ακριβώς φυτεύονται σε έναν κήπο. Τα φυτά στην οροφή χρησιμεύουν ως τέλειοι μονωτές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και παράγουν καθαρό αέρα.



Πώς θα αντιμετωπιστεί το φαινόμενο; Μετριασμός (2/3)

3. Φύτευση δέντρων στις πόλεις
4. Πράσινοι χώροι στάθμευσης που προστατεύουν από την άνοδο της θερμοκρασίας του πεζοδρομίου και είναι υδατοπερατοί



Πώς θα αντιμετωπιστεί το φαινόμενο; Μετρίασμός (3/3)

5. Συλλογή βρόχινου νερού για ψύξη

- Άρδευση γκαζόν και χώρων πρασίνου
- Καθαρισμός των τουαλετών με το νερό που έχει κατακρατηθεί
- Ψύξη του πεζοδρομίου με ράντισμα νερού
- Χρήση στις επιφάνειες των στεγών για να δροσίζουμε τα κτίρια
- Οι πυροσβέστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν το νερό αν χρειαστεί



ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

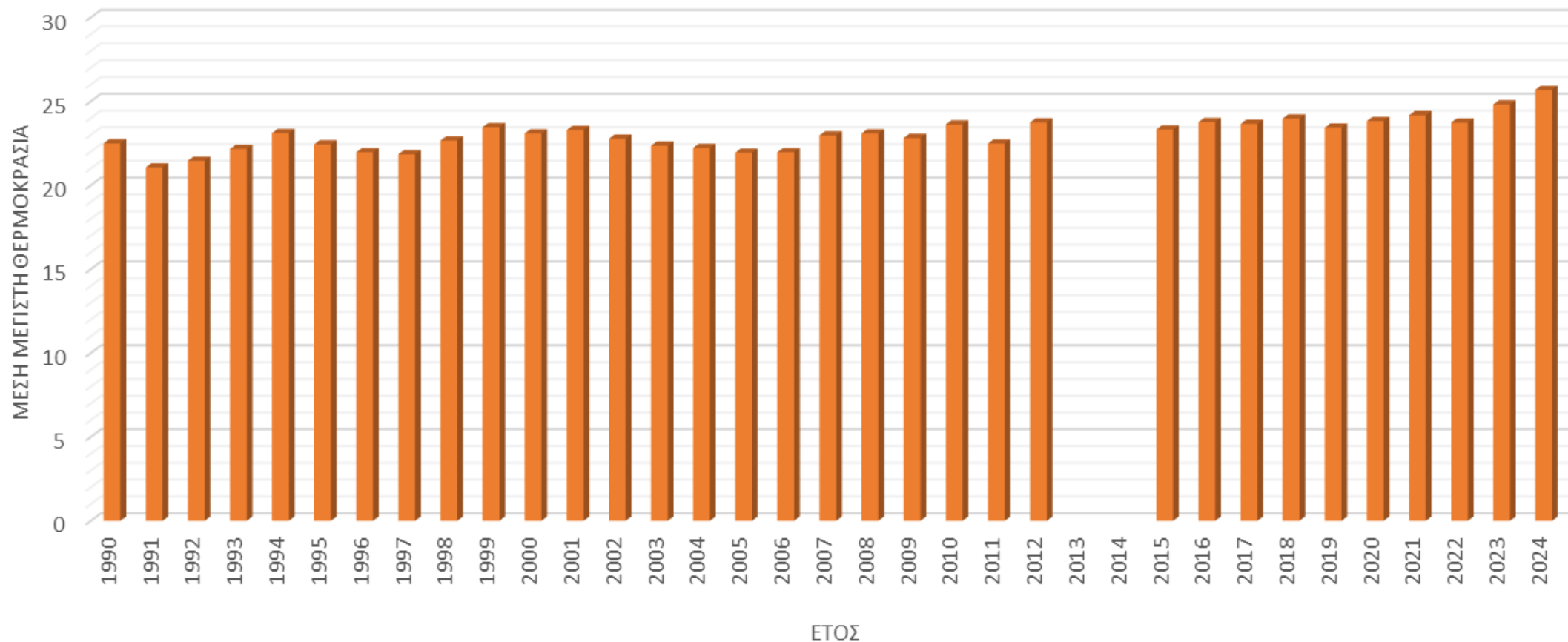
Επεξεργασία δεδομένων από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.)



Χρονοσειρά δεδομένων 1990-2024

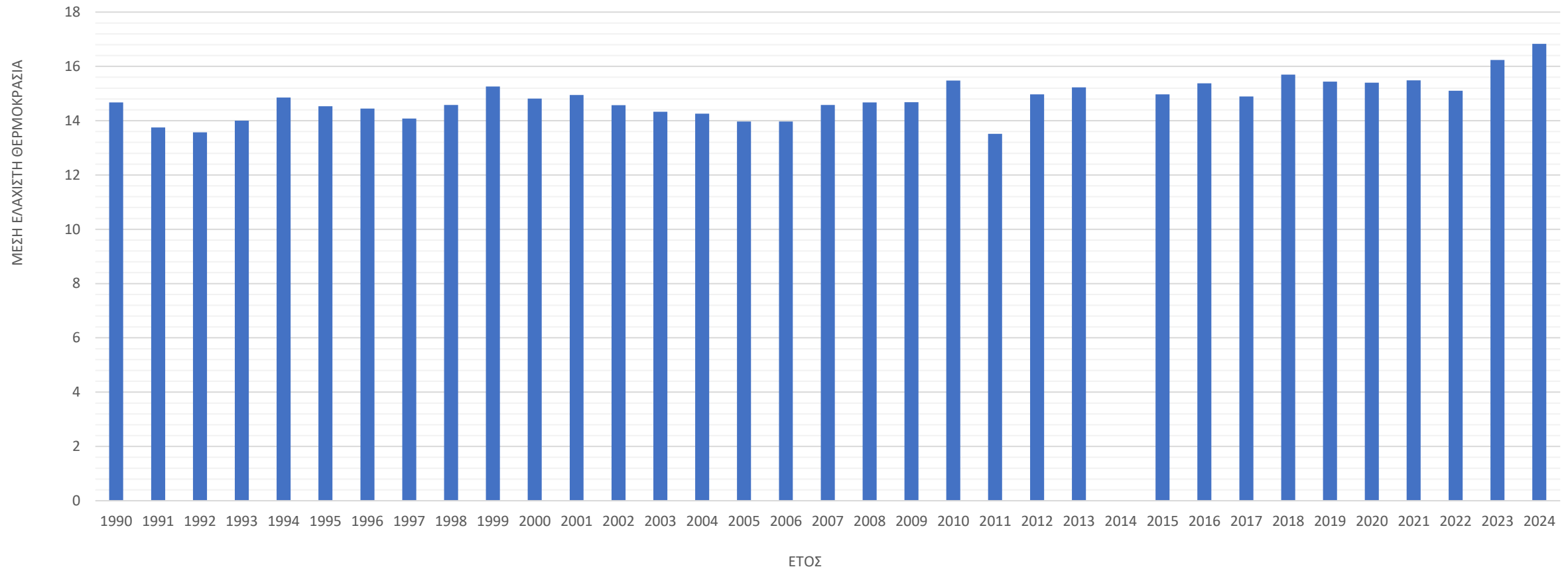
- Η Ε.Μ.Υ. διατηρεί σταθμό στο «Ελληνικό», μία περιοχή πολύ κοντά στην Ηλιούπολη.
- Στην οροφή του Δημαρχείου της Ηλιούπολης είναι εγκατεστημένος μετεωρολογικός σταθμός (του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών) και δίνει δεδομένα από τον Αύγουστο του 2020.
- Επεξεργαστήκαμε δεδομένα που αφορούσαν τη μέση ετήσια μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία, τη μέγιστη και ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία για την **τριακονταπενταετία 1990-2024**.
- Προκειμένου να γίνει σύγκριση της Ηλιούπολης με το κέντρο της Αθήνας, χρησιμοποιήσαμε τα ελεύθερα (για το κοινό) δεδομένα του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (από το 2010-2023).
- Στα διαγράμματα που ακολουθούν όπου δεν υπάρχουν τιμές, οφείλονται στα δεδομένα που μας έστειλε η ΕΜΥ (και δεν υπάρχουν για τα συγκεκριμένα έτη) οπότε καταγράφονται τιμές εναλλακτικά από Άλιμο ή Ηλιούπολη ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των μετεωρολογικών σταθμών (τη χρονιά που εγκαταστάθηκαν)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: ΜΕΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ



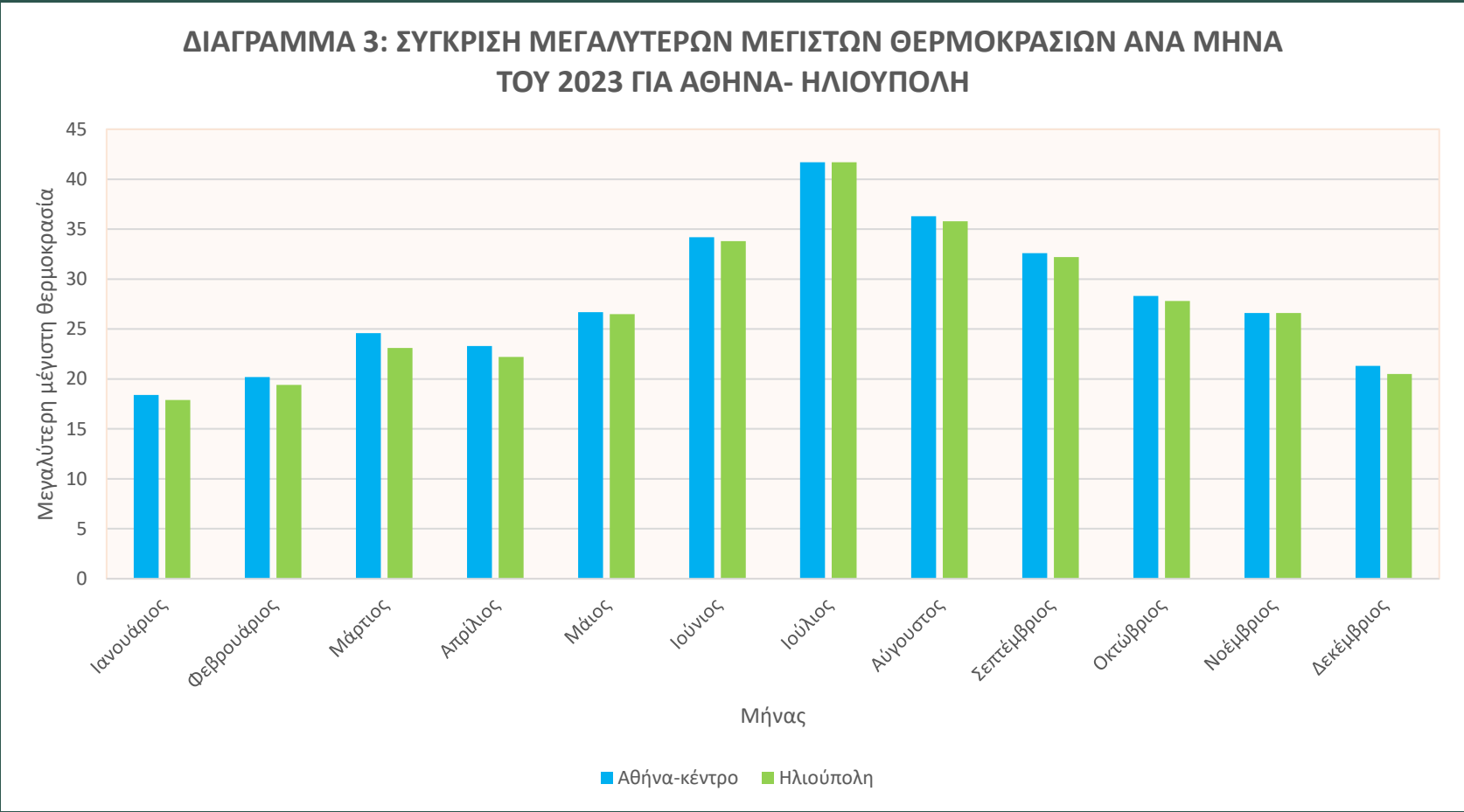
Συμπέρασμα 1^ο: Την τελευταία δεκαετία παρατηρείται σταθερά αύξηση της μέσης μέγιστης ετήσιας θερμοκρασίας κατά 0,5- 2,5° C σε σχέση με τη μέση μέγιστη τιμή για τη χρονοσειρά 1990-2024 (23,01° C)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΝΑ ΕΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΛΛΗΝΙΚΟ



Συμπέρασμα 2^ο: Την τελευταία δεκαετία παρατηρείται σταθερά αύξηση της μέσης ελάχιστης ετήσιας θερμοκρασίας κατά 0,2- 2° C σε σχέση με τη μέση ελάχιστη τιμή για τη χρονοσειρά 1990-2024 (14,8° C)

Μήνας	Αθήνα	Ηλιούπολη	ημέρα εμφάνισης
Ιανουάριος	18,4	17,9	17
Φεβρουάριος	20,2	19,4	20
Μάρτιος	24,6	23,1	26
Απρίλιος	23,3	22,2	26
Μάιος	26,7	26,5	26
Ιούνιος	34,2	33,8	24
Ιούλιος	41,7	41,7	23
Αύγουστος	36,3	35,8	21
Σεπτέμβριος	32,6	32,2	23
Οκτώβριος	28,3	27,8	1
Νοέμβριος	26,6	26,6	1
Δεκέμβριος	21,3	20,5	3



Συμπέρασμα 3°: Οι μεγαλύτερες μέγιστες ημερήσιες θερμοκρασίες ανά μήνα παρατηρούνται τις ίδιες ημερομηνίες στις δύο περιοχές και στο κέντρο της Αθήνας είναι μεγαλύτερες ή ίσες με τις αντίστοιχες θερμοκρασίες στην Ηλιούπολη.

Εργαστηριακή κατασκευή (μακέτες)



Κατασκευή μίας
μακέτας που
προσομοιώνει
δρόμο με σπίτια
στην Ηλιούπολη
και αντίστοιχης
μακέτας για το
κέντρο της
Αθήνας

Χρησιμοποιήσαμε τα εξής οικοδομικά υλικά:

- Κόλλα πλακιδίων (για να προσομοιώσουμε το μπετόν)
- Άσφαλτο ψυχράς κόλλησης (για να φτιάξουμε τους δρόμους)
- Τσιμέντο (για να φτιάξουμε τα πεζοδρόμια)
- Λευκή διογκωμένη πολυστερίνη/φελιζόλ πάχους 10cm (ως βάση για τις μακέτες)
- Θερμοκόλλα (για να κολλήσουμε τα σπίτια στο φελιζόλ)
- Πατόχαρτο και γυαλόχαρτο (για να λειάνουμε τις επιφάνειες των σπιτιών)

Χρησιμοποιήσαμε τα εξής εργαλεία και υλικά:

- ❖ μυστρί
- ❖ σπάτουλες
- ❖ «τουβλάκια»/ παιχνίδι (για να προσομοιώσουμε τα σπίτια, τα οποία επικαλύψαμε με την κόλλα πλακιδίων)
- ❖ πλαστικά δοχεία όπου φυτέψαμε φακές (για να προσομοιώσουμε τη νησίδα με τα δέντρα)



















Η επιλογή των «δρόμων»

Αθήνα-κέντρο: Οδός Αθηνάς



Ηλιούπολη: Οδός Κυπρίων Ηρώων



Μετά από ένα μήνα κατασκευών, οι μακέτες μας
ήταν έτοιμες!

ΑΘΗΝΑ-ΚΕΝΤΡΟ

(πολλά κτίρια, δρόμος δύο
λωρίδων και φαρδιά πεζοδρόμια)



ΗΛΙΟΥΠΟΛΗ

(πιο αραιή δόμηση, δρόμος 4
λωρίδων με δενδροφυτεμένη νησίδα)



Η έρευνα στο εργαστήριο



Η έρευνα στο εργαστήριο (1/7)

Ερευνητικό ερώτημα

Μελέτη της θερμοκρασίας περιβάλλοντος-ασφάλτου-τσιμέντου στη μακέτα της Ηλιούπολης και στη μακέτα της Αθήνας

Για τον σκοπό αυτό:

1. Χρησιμοποιήσαμε λάμπες πυρακτώσεως (που βρήκαμε με πολλή δυσκολία σε κάποιο από τα πολλά καταστήματα που τις αναζητήσαμε) προκειμένου να προσομοιώσουμε το ηλιακό φως και θερμόμετρα οινόπνεύματος
2. Τοποθετήσαμε τα φωτιστικά με τις λάμπες σε ίδιο ύψος από τις μακέτες πάνω από το μέσο των μακετών και τις αφήσαμε να ακτινοβολούν τις μακέτες για 24 ώρες στον χώρο του εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών του σχολείου μας.

Η έρευνα στο εργαστήριο_8-3-25 (2/7)



Η έρευνα στο εργαστήριο (3/7)

Ερευνητικό ερώτημα

Μελέτη της θερμοκρασίας περιβάλλοντος-ασφάλτου-τσιμέντου στη μακέτα της Ηλιούπολης και στη μακέτα της Αθήνας

Για τον σκοπό αυτό:

3. Στις 8/3/2025 πήραμε τις μετρήσεις που φαίνονται στον πίνακα 1, αλλά δεν εντοπίσαμε μεγάλες διαφορές, πιθανόν λόγω της μικρής ισχύος των λαμπών πυρακτώσεως.
4. Οπότε αποφασίσαμε να επαναλάβουμε το πείραμα αφήνοντας τις μακέτες στο προαύλιο του σχολείου μία ηλιόλουστη μέρα στις 10/3/2025 και πήραμε μετρήσεις μετά από μία ώρα έκθεσης των μακετών στην ηλιακή ακτινοβολία.

Η έρευνα στο εργαστήριο_10-3-25 (4/7)



Η έρευνα στο εργαστήριο_10-3-25 (5/7)



Η έρευνα στο εργαστήριο (6/7)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ_ 8-3-2025, 14:00 μ.μ.

ΜΑΚΕΤΑ 1: Ηλιούπολη (Οδός Κυπρίων Ηρώων)	$\theta_{\text{αέρα}}$	20° C	19° C	$\theta_{\text{αέρα}}$	ΜΑΚΕΤΑ 2: Αθήνα-κέντρο (Οδός Αθηνάς)
	$\theta_{\text{ασφάλτου}}$	22° C	21° C	$\theta_{\text{ασφάλτου}}$	
	$\theta_{\text{πεζοδρομίου}}$	21,5° C	23° C	$\theta_{\text{πεζοδρομίου}}$	
	$\theta_{\text{κτιρίου (οροφή)}}$	21° C	23° C	$\theta_{\text{κτιρίου (οροφή)}}$	
	$\theta_{\text{εδάφους}}$			$\theta_{\text{εδάφους}}$	

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ_ 10-3-2025, 11:45 π.μ.

ΜΑΚΕΤΑ 1: Ηλιούπολη (Οδός Κυπρίων Ηρώων)	$\theta_{\text{αέρα}}$	23° C	24° C	$\theta_{\text{αέρα}}$	ΜΑΚΕΤΑ 2: Αθήνα-κέντρο (Οδός Αθηνάς)
	$\theta_{\text{ασφάλτου}}$	37° C	40° C	$\theta_{\text{ασφάλτου}}$	
	$\theta_{\text{πεζοδρομίου}}$	31,5° C	32,5° C	$\theta_{\text{πεζοδρομίου}}$	
	$\theta_{\text{κτιρίου (οροφή)}}$	25° C	25° C	$\theta_{\text{κτιρίου (οροφή)}}$	
	$\theta_{\text{εδάφους}}$	29° C	-	$\theta_{\text{εδάφους}}$	

Η έρευνα στο εργαστήριο (7/7)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Από το πείραμα που έγινε με την ακτινοβολία του ηλιακού φωτός, προκύπτει ότι οι θερμοκρασίες αέρα (περιβάλλοντος), δρόμου (από άσφαλτο) και πεζοδρομίων (από γκρι τσιμέντο) είναι μικρότερες στη μακέτα της Ηλιούπολης (από 1-3° C) από τις αντίστοιχες στη μακέτα του κέντρου της Αθήνας.



Η έρευνα στο πεδίο



Η έρευνα στο πεδίο (1/9)

Ερευνητικό ερώτημα:
Μελέτη της έντασης
της αστικής θερμικής
νησίδας ανάμεσα στην
Αθήνα-κέντρο και στην
Ηλιούπολη

Για τον σκοπό αυτό:

1. Επιλέξαμε να φτιάξουμε 4 «αυτοσχέδιους μετεωρολογικούς σταθμούς», δύο στην Ηλιούπολη και δύο στην Αθήνα-κέντρο, εξασφαλίζοντας περίπου κοινό υψόμετρο των δύο περιοχών.
2. Διενεργήσαμε δύο μετρήσεις την ίδια μέρα, στις 15:30 μ.μ. και στις 18:30 μ.μ., ώρα ακριβώς μετά τη δύση του ηλίου, διότι με βάση τη βιβλιογραφία η αστική θερμική νησίδα είναι μεγαλύτερη μετά το ηλιοβασίλεμα!
3. Χωριστήκαμε σε ομάδες και εκτελέσαμε τα πειράματα μέτρησης θερμοκρασίας ταυτόχρονα και στους 4 σταθμούς.
4. Ακολουθήσαμε τις οδηγίες από το φύλλο εργασίας που καταρτίσαμε.

Το φύλλο εργασίας για το πείραμα πεδίου

Οδηγίες για το όργανο μέτρησης

1. Το θερμόμετρο θα πρέπει να είναι κρεμασμένο από τον ορθοστάτη
2. Ο ορθοστάτης να είναι πάνω σε ένα σκαμπό (για τη μέτρηση θερμοκρασίας αέρα/περιβάλλοντος)
3. Δεν αγγίζουμε το θερμόμετρο στη βάση του που είναι το οινόπνευμα
4. Αφήνουμε το θερμόμετρο να έρθει σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον ή το έδαφος (αναλόγως τη μέτρηση)
5. Διαβάζουμε οριζόντια το θερμόμετρο σε σωστή απόσταση

Οδηγίες για την εκτέλεση του πειράματος

- Τοποθετούμε τον ορθοστάτη πάνω στο σκαμπό (στο πεζοδρόμιο) και περιμένουμε το θερμόμετρο να έρθει σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον. Καταγράφουμε την ένδειξη του θερμομέτρου στον πίνακα.
- Κατεβάζουμε τον ορθοστάτη από το σκαμπό και ρυθμίζουμε τον ορθοστάτη έτσι ώστε το θερμόμετρο να ακουμπάει στην άσφαλτο (στην ακρούλα κοντά στο πεζοδρόμιο, μακριά από κίνηση αυτοκινήτων). Προσοχή να μην σπάσει το θερμόμετρο. Περιμένουμε μέχρι να έρθει σε θερμική ισορροπία και καταγράφουμε την ένδειξη στον πίνακα. ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΑΣ!!!!
- Επαναλαμβάνουμε το παραπάνω πείραμα με θερμοκρασία εδάφους (χώμα) εάν βρισκόμαστε κοντά σε κήπο κ.λ.π.
- Επαναλαμβάνουμε ολόκληρη τη διαδικασία μετά από 2-3 ώρες (όπως φαίνεται στον πίνακα)
- Θα συγχρονιστούμε όλοι (στους διάφορους σταθμούς) για να ξεκινήσουμε μαζί τις μετρήσεις.
- Τραβάμε φωτογραφίες των πειραμάτων (να φαίνονται και οι δρόμοι, το θερμόμετρο κ.λ.π)



Σταθμός 1:
Αθήνα - κέντρο
Οδός Αθηνάς και
Ερμού



Σταθμός 2:
Αθήνα - κέντρο
Οδός Αθηνάς 12



Σταθμός 3:
Ηλιούπολη
Οδός Κυπρίων
Ηρώων



Σταθμός 4:
Ηλιούπολη
Οδός Παπανικολή

Σταθμός 1: Αθήνα - κέντρο Οδός Αθηνάς και Ερμού

Μέτρηση (θ αέρα) στις 3:30 μ.μ.



Μέτρηση (θ αέρα) στις 6:30 μ.μ.



Σταθμός 2: Αθήνα - κέντρο Οδός Αθηνάς 12

Μέτρηση (θ αέρα) στις 3:30 μ.μ.



Μέτρηση (θ πεζοδρομίου) στις 6:30 μ.μ.



Σταθμός 3: Ηλιούπολη Οδός Κυπρίων Ηρώων

Μέτρηση (θ ασφάλτου) στις 3:30 μ.μ.



Μέτρηση (θ εδάφους) στις 6:30 μ.μ.



Σταθμός 4: Ηλιούπολη Οδός Παπανικολή

Μέτρηση (θ εδάφους) στις 3:30 μ.μ.



Μέτρηση (θ ασφάλτου) στις 6:30 μ.μ.



ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΠΕΔΙΟΥ_ 8-3-2025

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ Ώρα εκτέλεσης πειράματος 1: 15:30 μ.μ.					Ώρα εκτέλεσης πειράματος 2: 18:30 μ.μ. (Δύση του Ήλιου στις 8/3/25: 18:25μ.μ.)			
	Θερμο- κρασία αέρα	Θερμο- κρασία ασφάλτου	Θερμο- κρασία πεζοδρο- μίου	Θερμο- κρασία χώματος	Θερμο- κρασία αέρα	Θερμο- κρασία ασφάλτου	Θερμο- κρασία πεζοδρο- μίου	Θερμο- κρασία χώματος
Σταθμός 1: Αθήνα- κέντρο	24° C (υπό σκιά 21,5° C)	27° C	27° C	-	17° C	17° C	18° C	-
Σταθμός 2: Αθήνα- κέντρο	24° C (υπό σκιά 22° C)	25° C (ήταν σε σκιά)	27° C	21° C	17° C	16° C	16,5° C	15° C
Σταθμός 3: Ηλιούπολη	24° C	27° C	-	26° C	16° C	17° C	-	16,5° C
Σταθμός 4: Ηλιούπολη	21° C	24° C	-	16,5° C	15° C	16° C	-	15° C

Η έρευνα στο πεδίο(9/9)

Συμπεράσματα:

- Δεν παρατηρούμε διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ κέντρου Αθήνας και Ηλιούπολης στη μέτρηση το μεσημέρι. Ωστόσο ένας σταθμός στην Ηλιούπολη που βρίσκεται σε μεγαλύτερο υψόμετρο καταγράφει μικρότερες τιμές θερμοκρασίας αέρα, ασφάλτου και εδάφους.
- Παρατηρούμε όμως την ένταση της αστικής θερμικής νησίδας αμέσως μετά τη δύση του ήλιου, αφού καταγράφηκε διαφορά θερμοκρασίας αέρα τουλάχιστον **1° C μικρότερη** στην Ηλιούπολη σε σχέση με την Αθήνα-κέντρο, λόγω της υψηλότερης θερμικής ακτινοβολίας των επιφανειών με βλάστηση σε σύγκριση με επιφάνειες σκυροδέματος.
- Η ένταση της αστικής θερμικής νησίδας που βρήκαμε στην έρευνά μας συμφωνεί με τη βιβλιογραφία που δίνει μέγιστη ένταση τους χειμερινούς μήνες 2,1° C, ενώ η έρευνα του Μπουντά (2014) έδειξε διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ κέντρου Αθήνας και προαστίων χαμηλής δόμησης μικρότερη από 1° C για την ίδια περίοδο .

Τρόποι αντιμετώπισης –προτάσεις

Προκειμένου να γίνει διάχυση των αποτελεσμάτων της έρευνάς μας και να ευαισθητοποιήσουμε μαθητές/μαθήτριες, εκπαιδευτικούς, γονείς και ευρύ κοινό σχετικά με την κλιματική αλλαγή επιλέξαμε τις δράσεις που αναλύονται στις επόμενες διαφάνειες.

Ενημέρωση γονέων για την κλιματική αλλαγή

Προσομοίωση διάλεξης-
εκπαίδευση ενηλίκων

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ: Εκπαίδευση Ενηλίκων από Μαθητές και Μαθήτριες

Αγαπητοί γονείς,

Οι μαθητές και μαθήτριες του project Climate Detectives της ESA (European Space Agency) σας προσκαλούν σε προσομοίωση διάλεξης σχετικά με την κλιματική αλλαγή, με τίτλο: «Κλιματική κρίση: Ενημέρωση και Προσαρμογή» η οποία θα πραγματοποιηθεί στο Εργαστήριο των Φυσικών Επιστημών του 7^{ου} Γυμνασίου Ηλιούπολης το **Σάββατο 8 Φεβρουαρίου 2025 στις 10 π.μ.-12:15 μ.μ.**

Θα έχετε την ευκαιρία να πειραματιστείτε σε ομάδες εκπονώντας φύλλα εργασίας και οι διδάσκοντες θα είναι μαθητές και μαθήτριες του σχολείου μας!

Παρακαλούμε συμπληρώστε τη δήλωση εάν επιθυμείτε να συμμετάσχετε!

*Μία πρώτη προσπάθεια για την
Επιστήμη των Πολιτών
(Citizen Science)*

ΔΗΛΩΣΗ

Ο/η....., γονέας του/της, μαθητή/τριας του 7^{ου} γυμνασίου Ηλιούπολης δηλώνω ότι ενδιαφέρομαι να συμμετάσχω στην προσομοίωση διάλεξης με τίτλο: **«Κλιματική κρίση: Ενημέρωση και Προσαρμογή»** και επιτρέπω τη δημοσίευση φωτογραφιών μου, στην ιστοσελίδα του σχολείου (χωρίς να αναγράφεται το όνομά μου).

Ηλιούπολη

-1-2025

Ο/Η δηλών/ούσα

.....

Εκπαίδευση γονέων

- Πραγματοποιήθηκε το Σάββατο 8 Φεβρουαρίου 2025, με την παρουσία περίπου 25 γονέων και οι διδάσκοντες ήταν οι μαθητές και οι μαθήτριες του project.
- Οι γονείς:
 - Χωρίστηκαν σε ομάδες,
 - παρακολούθησαν παρουσίαση και βίντεο σχετικά με την κλιματική κρίση,
 - ενημερώθηκαν για το τοπικό κλιματικό πρόβλημα της Ηλιούπολης που είναι οι πλημμύρες της και σχολίασαν αληθινές φωτογραφίες του ρέματος της Πικροδάφνης που είχαν τραβηχτεί από τους μαθητές την προηγούμενη χρονιά,
 - εκπόνησαν τρία πειράματα σε φύλλο εργασίας, προκειμένου να μελετήσουν την υπερθέρμανση των θαλασσών και τις αιτίες της αύξησης της στάθμης τους,
 - συζήτησαν με τους μαθητές με σκοπό να ευαισθητοποιηθούν για την κλιματική αλλαγή.











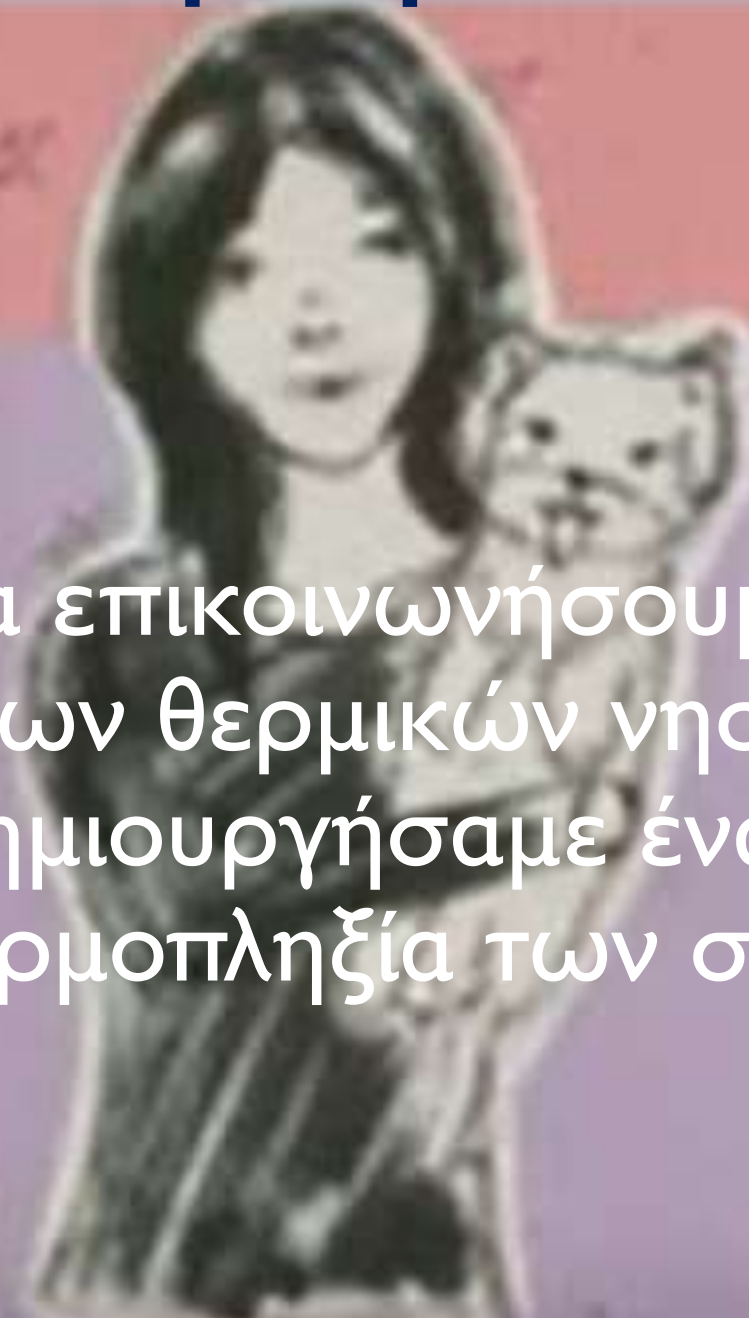


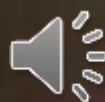
Δημιουργία βίντεο- κομικς



Comics για την επίδραση του καύσωνα στα ζώα

- Προκειμένου να επικοινωνήσουμε τα αποτελέσματα των θερμικών νησίδων στα οικόσιτα ζώα, δημιουργήσαμε ένα κόμικ σχετικά με τη θερμοπληξία των σκύλων!





Διοργάνωση Πανελλήνιας Μαθητικής Ημερίδας Φυσικών Επιστημών με θεματική ενότητα: Κλιματική Αλλαγή

Προσομοίωση συνεδρίου που:

- διοργανώνεται από τους μαθητές
- οι μαθητές παρουσιάζουν τις ερευνητικές τους εργασίες

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Οι μαθητές και οι μαθήτριες του 7^{ου} Γυμνασίου Ηλιούπολης και του 5^{ου} Γενικού Λυκείου Ηλιούπολης Αττικής προσκαλούν μαθητές/μαθήτριες, γονείς, εκπαιδευτικούς και ευρύ κοινό στην:

Πανελλήνια Μαθητική Ημερίδα Φυσικών Επιστημών

«Η ομορφιά της επιστήμης μέσα από τα μάτια των μαθητών και μαθητριών»

που διοργανώνουν σε συνεργασία με τους εκπαιδευτικούς, τις Συμβούλους Παιδαγωγικής Ευθύνης των σχολικών αυτών μονάδων και τους Συμβούλους Εκπαίδευσης ΠΕ04 της Διεύθυνσης Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Α' Αθήνας. Η Ημερίδα θα διεξαχθεί την:

Παρασκευή 4 Απριλίου 2025 και ώρα 9 π.μ. – 8 μ.μ.

στο 5^ο Γενικό Λύκειο Ηλιούπολης

και είναι προσομοίωση επιστημονικού συνεδρίου. Σκοπός της είναι οι μαθητές και οι μαθήτριες να ενεργήσουν ως μικροί επιστήμονες/ερευνητές καθώς θα διεξάγουν, θα συγγράψουν και θα παρουσιάσουν τη δική τους επιστημονική έρευνα, ενώπιον συμμαθητών/τριών τους από διάφορα μέρη της Ελλάδας.

Θα έχετε τη δυνατότητα να παρακολουθήσετε 40 εργασίες Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας, Γεωλογίας, Αστρονομίας, Κλιματικής Αλλαγής και Ρομποτικής, με τη μορφή παρουσιάσεων, αφισών και εργαστηρίων, από 30 σχολεία όλης της Ελλάδας!

Προθεσμία υποβολής αιτήσεων για απλή συμμετοχή μαθητικών ομάδων σχολείων, μέσω ηλεκτρονικής φόρμας μέχρι 20 Μαρτίου: <https://forms.gle/6EUr6Y1xaWhXs3138>

Περισσότερες πληροφορίες θα βρείτε στον ιστότοπο της Ημερίδας

<https://hmerida2024--2025.webnode.gr/>

Η αφίσα της Ημερίδας

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ Α' ΑΘΗΝΑΣ

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΗ ΜΑΘΗΤΙΚΗ ΗΜΕΡΙΔΑ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

ΜΕ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ/ΜΑΘΗΤΡΙΩΝ ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ-ΛΥΚΕΙΟΥ
«Η ομορφιά της επιστήμης μέσα από τα μάτια των μαθητών και μαθητριών»
5^ο ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΗΛΙΟΥΠΟΛΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 4 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2025 (9:00 π.μ. - 8:00 μ.μ.)

Κάποιος, κάτι απίστευτο
περιμένει να γίνει γνωστό...
Carl Sagan
Αμερικανός αστρονομικός

- Επιστημονικές εργασίες μαθητών/μαθητριών
- Εργασίες σε ομάδες
- Διαδραστικό εργαστήριο
- Προσκεκλημένη ομιλία ομίλητου «αθροιστής Φυσικής Ε.Μ.Π. κ. Κωνσταντίνου Τρίκα
- Παράσταση Ιστίε στη παραδοσιακών χορών
- Αλληλεπίδραση με τηλεόραση

Διαβάστε το πρόγραμμα της ημερίδας στο <https://hmerida2024-2025.webnode.gr/>

ΔΙΟΡΓΑΝΩΤΕΣ:
7^ο Γυμνάσιο Ηλιούπολης
και 5^ο Γενικό Λύκειο
Ηλιούπολης Αττικής
<https://hmerida2024-2025.webnode.gr/>

Η αφίσα διανεμηθείσα από τη μαθητριά
και 7^ο Γενικό Λύκειο Ηλιούπολης

Ευτυχία Κολιοφώτη

Το πρόγραμμα της Ημερίδας

- Μία από τις 6 προφορικές ανακοινώσεις της Ημερίδας που εντάσσονται στον θεματικό άξονα της κλιματικής αλλαγής είναι και η παρούσα εργασία. Θεωρούμε ότι με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να ευαισθητοποιήσουμε τους συμμετέχοντες στην Ημερίδα που θα υπερβαίνουν τα 300 άτομα από σχολεία όλης της Ελλάδας!



Ελπίζουμε να συμβάλαμε έστω και λίγο στην ενημέρωσή σας για τα αποτελέσματα της κλιματικής αλλαγής στις αστικές περιοχές!

Ευχαριστούμε για την προσοχή σας!

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Θεοδωρίδου, Ε. (2020). Η τηλεπισκόπηση και το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Ερευνητική εργασία Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας και Ανάπτυξης, Α.Π.Θ.
- Μπουντάς, Ν. (2014). Διερεύνηση της Αστικής Θερμικής Νησίδας των Ελληνικών Πόλεων. Διπλωματική Εργασία Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων», Ε. Μ. Π.
- Τηλκερίδου, Α. (2018). Προσομοίωση της αστικής θερμικής νησίδας στη Θεσσαλονίκη. Μεταπτυχιακή ερευνητική εργασία Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Περιβαλλοντικός Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός», Α.Π.Θ.

Διαδικτυακές αναφορές

- <https://www.protothema.gr/environment/article/1509611/ti-einai-oi-tropikes-nuhtes-pou-epivarunoun-ton-anthropino-organismo/>
- envinow.gr
- my-OTA.gr
- zougla.gr
- ["Αστικές θερμικές νησίδες": Ποια η σημασία του φαινομένου και πώς μπορεί να προληφθεί - Εναλλακτική Δράση](#)
- <https://www.dianeosis.org>
- ["Αστικές θερμικές νησίδες": Ποια η σημασία του φαινομένου και πώς μπορεί να προληφθεί - Εναλλακτική Δράση](#)

Πηγές εικόνων

- <https://www.patrishnews.com/se-kloio-kaysona-i-chora-to-fainomeno-tis-thermikis-nisidas-poso-tha-diarkesei/>
- http://oldwww.arch.ntua.gr/sites/default/files/project/14369_/gkiokas_konstantinos.pdf
- <https://www.agroclica.gr/blog/298/thermiko-stres-stis-kalliergeies-tropoi-antimetopisis-meros-deytero>
- <https://www.pet-in.gr/pet-in-pedia/pos-klimatiki-allagi-epireazei-ta-katoikidia-mas-pos-tha-ta-voithisoyme-na-antapexelthoyn/22122/>
- <https://www.agronews.gr/zoiko-kefalaio/193108/tehnikes-prostasias-zoikou-plithusmou-apo-to-thermiko-stres/>
- <https://wisy-water.com/gr/sillogi-vrochinou-nerou/>
- <https://ecozen.gr/2022/03/prasines-steges-antidoto-me-proypotheseis-stis-astikes-zougkles/>