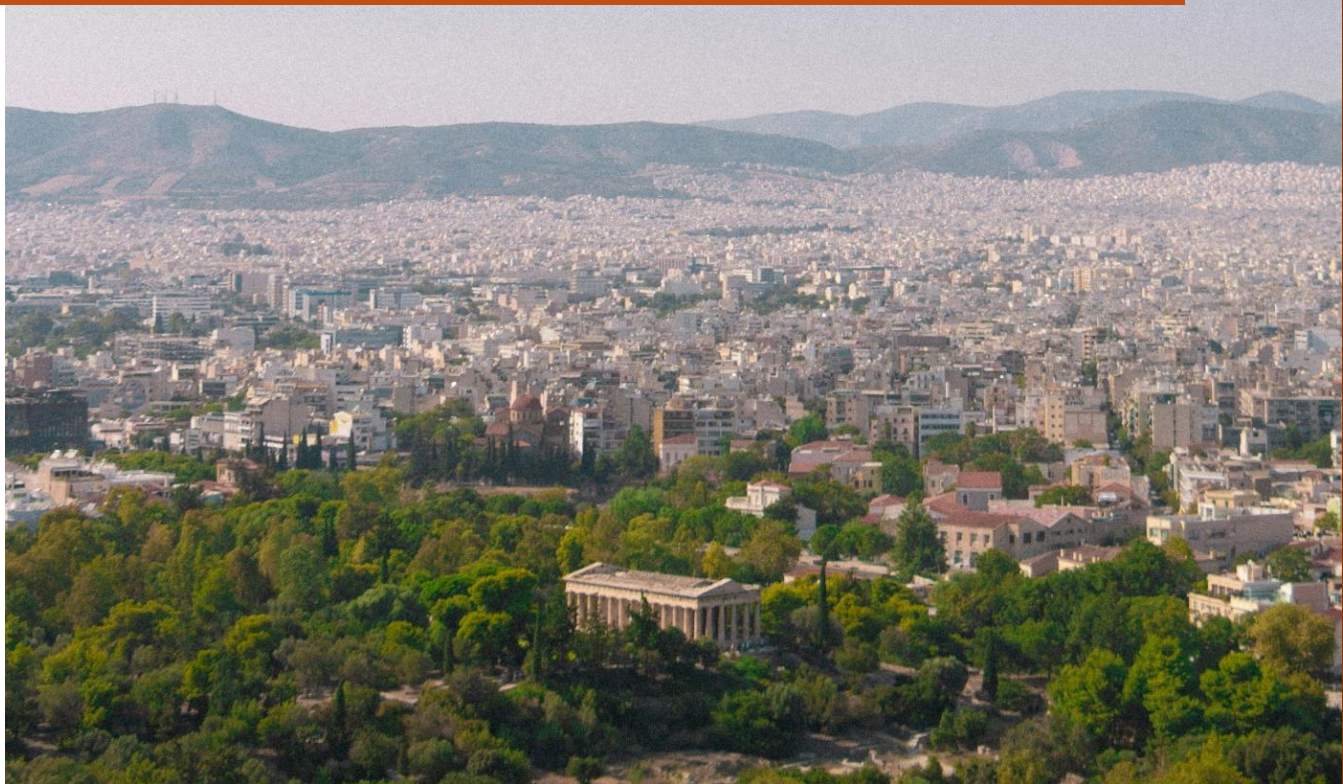


Κλιματική Ακαδημία

Εργασία 3

Δορυφορική Ανάλυση των Ελληνικών Πόλεων:
Υλικά και Αστικό Θερμικό Περιβάλλον
Βοήθημα Εκπαιδευτικού



1Photo by Javier Quiroga on Unsplash



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικών και Καποδιστριακών
Πανεπιστημίων Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —



Κοινωφελές Ίδρυμα
Ιωάννη Σ. Λαίτον



ΚΟΙΝΩΦΕΛΕΣ ΙΔΡΥΜΑ
"ΜΑΡΙΑ ΤΣΑΚΟΣ"

climateacademy.gr

climateacad@gmail.com

Φαίδων Μαυρουδής MSc

Δορυφορική Ανάλυση των Ελληνικών Πόλεων: Υλικά και Αστικό Θερμικό Περιβάλλον

Θέμα: Εντοπισμός των υλικών που θερμαίνουν περισσότερο μια πόλη.
Εκπαιδευτικό Εργαλείο: Η Γη από το Διάστημα (climateacademy.gr)

Προθέρμανση

Για την κατάλληλη προεργασία προτείνουμε να επισκεφτείτε την [σελίδα «Κλιματική Εκπαίδευση»](#) της Κλιματικής Ακαδημίας. Εκεί θα βρείτε υποστηρικτικό υλικό για την παρούσα εργασία και χρήσιμα quiz για να ελέγξετε τις νέες γνώσεις σας! Συγκεκριμένα μπορείτε να δείτε την [Ενότητα 1 Κεφάλαιο 4](#) για να εξοικειωθείτε με τους όρους που συνοδεύουν την μελέτη της κλιματικής αλλαγής, [Ενότητα 2 Κεφάλαιο 1](#) για να μάθετε τους κινδύνους που θα κληθεί να αντιμετωπίσει η Μεσόγειος, [Ενότητα 2 Κεφάλαιο 2](#) για να μάθετε για το αστικό θερμικό περιβάλλον και την [Ενότητα 3 Κεφάλαια 2 και 3](#) για να δείτε πώς φτιάχνεται ένα σχέδιο προσαρμογής σε καύσωνες και την κλιματική αλλαγή.

Σκοπός: Τι κερδίζω;

-  Αναγνώριση διαφορετικών υλικών από δορυφορικές εικόνες
-  Μελέτη του Αστικού Θερμικού Αποτυπώματος για την Αθήνα
-  Εκμάθηση τρόπων δροσισμού των πόλεων
-  Κατανόηση των διαφορών στην υπέρυθρη ακτινοβολία μεταξύ εποχών

Ήξερες ότι;

 Τα διαφορετικά υλικά ανακλούν και εκπέμπουν διαφορετικά μήκη κύματος ακτινοβολίας.

 Τα υλικά που θα επιλεγούν για να χτιστεί μια πόλη καθορίζει και το πόσο εύκολα θα θερμαίνεται ή ψύχεται σε κάθε εποχή.

 Εκτός από την ακτινοβολία, σημασία έχει και η υγρασία. Τα φυτά εκτός από την ανάκλαση της θερμικής ακτινοβολίας, μέσω της εξατμισοδιαπνοής ψύχουν περισσότερο την περιοχή.

 Για να αυξηθεί ο χρόνος που το έδαφος κατακρατά υγρασία υπάρχουν ειδικά πορώδη υλικά με τα οποία μπορούν να φτιαχτούν δρόμοι και άλλες δομές.

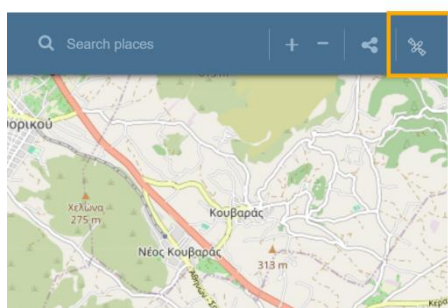
 Υπάρχουν φυσικοί μηχανισμοί που ψύχουν μία πόλη, όπως η θαλάσσια αύρα. Η δόμηση της πόλης είναι απαραίτητο να επιτρέπει στην θαλάσσια αύρα να εισχωρήσει βαθιά μέσα στην πόλη.

 Τα ψηλά κτήρια σκιάζουν την πόλη αλλά εμποδίζουν τον άνεμο να μεταφερθεί μέσα στην πόλη αφού δρουν ως εμπόδιο μειώνοντας την ταχύτητα του.

 Για να είναι καλός ο αερισμός της πόλης το ύψος των κτηρίων πρέπει να περιορίζεται σε σχέση με το πλάτος του δρόμου. Πιο στενοί δρόμοι χρειάζονται χαμηλά κτήρια ενώ πιο πλατιοί δρόμοι επιτρέπουν και τα υψηλότερα.

Διαδικασία: Ξετυλίγουμε το κουβάρι

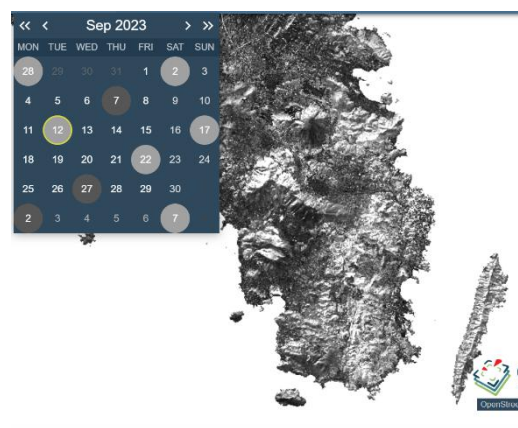
 **ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ.** Για την μελέτη δορυφορικών εικόνων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο «Η Γη από το Διάστημα» που παρέχει ποικίλες επιλογές για διάφορες χρήσεις.



 **ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ.** Για αυτό το φύλλο εργασίας έχουμε επιλέξει την περιοχή της Αθήνας και των προαστίων. Για να βρούμε που είναι η περιοχή αυτή ή όποια άλλη μας ενδιαφέρει μπορούμε να κινηθούμε στον χάρτη χρησιμοποιώντας το ποντίκι, εστιάζοντας (ζουμ) με τα + και - και διαβάζοντας τις περιοχές στον χάρτη έχοντας πατήσει

το εικονίδιο με τον δορυφόρο  ώστε να από-επιλέξουμε τον δορυφόρο (Sentinel-2 L2A).

 **ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΩΝ.** Οι δορυφόροι δεν βρίσκονται πάνω από κάθε περιοχή που μελετάμε κάθε μέρα. Πολλές φορές, ακόμα και αν βρίσκονται, η λήψη εικόνας του εδάφους δεν είναι δυνατή (π.χ μπορεί να υπάρχει έντονη νέφωση). Γι' αυτό επιλέγουμε τις κατάλληλες ημερομηνίες από τις διαθέσιμες που φαίνονται στο ημερολόγιο του εργαλείου μέσα σε φωτεινό κύκλο. *Για την συγκεκριμένη μελέτη χρειαζόμαστε ημέρες καλοκαιριού χωρίς νέφη.*



 **Tip!** Τα βελάκια στο εικονίδιο του ημερολογίου  θα αλλάξουν την ημερομηνία στην επόμενη (προηγούμενη) διαθέσιμη πατώντας το δεξί (αριστερό) βέλος.

 **ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΚΑΙ ΚΑΝΑΛΙΟΥ.** Για την αναγνώριση του αστικού θερμικού περιβάλλοντος θα χρειαστούμε τα εργαλεία «Υπέρυθρο ψευδοχρώμα» και «Αστικό Περιβάλλον» τα οποία είναι ικανά να μας δείξουν ποια μέρη μιας πόλης θερμαίνονται περισσότερο αλλά και την έκταση μιας πόλης σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον.

- **Βοηθητικά βήματα υπάρχουν και στα εξής βίντεο:**
[Οδηγίες χρήσης εργαλείου "Η Γη από το Διάστημα" - επιλογή ημερομηνίας](#)
- [Οδηγίες χρήσης εργαλείου "Η Γη από το Διάστημα" - χρήση υπο-εργαλείου](#)

«Υπέρυθρο ψευδοχρώμα»

Περιοχή/Υλικό	Εμφάνιση ψευδοχρώμα	Παρατηρήσεις
Σύννεφα/ Πάγος / Χιόνι	 Λευκό / πολύ φωτεινό	Πολύ έντονη ανακλαστικότητα
Φρεσκοχτισμένα κτίρια/λευκές ταράτσες	Ανοιχτόχρωμα	Δείχνει πόλεις που αντανακλούν θερμότητα (όχι πάντα εύκολα διακριτές)
Ξηρές, άγονες εκτάσεις	Κρεμ / υπόλευκο	Όχι πάντα καθαρό λευκό, αλλά υψηλότερη από δάσος ή έδαφος
Υγιής βλάστηση	 Κόκκινο	Λόγω της σύνθεσης των καναλιών φαίνεται κόκκινη
Άσφαλτος / Τσιμέντο	 Σκούρο γκρι / μαύρο	Απορροφά μεγάλο μέρος της ακτινοβολίας → θερμαίνεται έντονα
Καμένες εκτάσεις ή ξηρό έδαφος	 Σκούρο καφέ / μαύρο	Στάχτη ή καμένο έδαφος → απορροφά και θερμαίνεται
Νερό (βαθύ/καθαρό)	 Πολύ σκούρο ή μαύρο	Απορροφά στο θερμικό υπέρυθρο
Σκιά/σκιασμένη πλευρά κτιρίων	Σκούρα σημεία	Δεν αντανακλά το φως προς τον δορυφόρο

«Αστικές Περιοχές»

Απόχρωση	Περιοχή/ υλικό	Παρατηρήσεις
○ Λευκό / Ανοιχτό γκρι	Αστικά κέντρα, πόλεις	Επιφάνειες με χαμηλή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο, απορροφούν θερμότητα (π.χ. τσιμέντο)
● Σκούρο γκρι / Μαύρο	Ορυκτά, άγονα εδάφη, ασφαλτος	Έντονη απορρόφηση ακτινοβολίας – θερμές επιφάνειες
● Πράσινο	Βλάστηση (πάρκα, δάση, χορτολιβαδικά)	Υψηλή ανακλαστικότητα στο NIR – υγιές φυσικό ή αγροτικό περιβάλλον
♥ Μωβ / βιολετί αποχρώσεις	Ατμοσφαιρικά αιωρούμενα σωματίδια, υγρασία	Φαινόμενα αχλής, σκόνης ή υγρασίας στην ατμόσφαιρα
● Σκούρο μπλε / μαύρο	Νερό, πάγος, χιόνι	Πλήρης απορρόφηση IR – εμφανίζονται πολύ σκούρα

🔗 Βήματα: Πώς το κάνω;

🔗 Μπαίνουμε στην σελίδα https://climateacademy.gr/remote_sensing/ ή <https://climateacademy.gr> ➡️ στο μενού «Εργαλεία» ➡️ «Η Γη από το Διάστημα».

🔗 Πατάμε το εικονίδιο του δορυφόρου, αποεπιλέγουμε τον Sentinel-2 L2A και με κύλιση στο χάρτη πάμε στην Αθήνα ή όποια άλλη αστική περιοχή μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε.

🔗 Αφού εντοπίσουμε την περιοχή, επιλέγουμε μια διαθέσιμη ημερομηνία του καλοκαιριού, η οποία δεν έχει νέφη, και το εργαλείο «Υπέρυθρο ψευδοχρώμα».

🔗 Με το κουμπί “Generate” μπορούμε να δημιουργήσουμε εικόνα από το τμήμα του χάρτη που μελετάμε και με το “Download” να την αποθηκεύσουμε.

🔗 Χωρίς να κινηθούμε στο χάρτη ή να αλλάξουμε ημερομηνία, επιλέγουμε το εργαλείο «Αστικό Περιβάλλον» και αποθηκεύουμε την εικόνα. **Θυμηθείτε!** Ονομάζουμε τα αρχεία με κατάλληλα ονόματα για να ξεχωρίζουν (πχ «Αθήνα 9 Ιουλίου 22 ΑΠ»)

🔗 Επαναλαμβάνουμε τα τρία προηγούμενα βήματα επιλέγοντας μια διαθέσιμη μέρα χωρίς νέφη του χειμώνα πχ 04/02/2024.

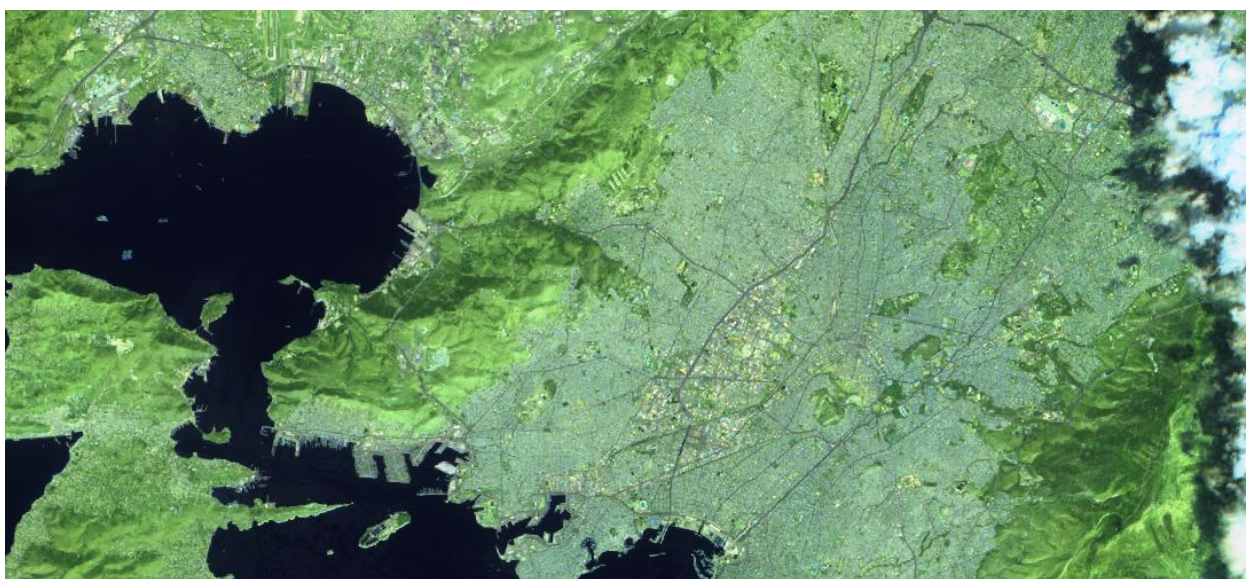
🖱️ Φτιάχνουμε ένα αρχείο κειμένου και το ονομάζουμε «Αστικό θερμικό Αποτύπωμα - Αθήνα – δορυφορικές εικόνες». Σε αυτό προσθέτουμε τις εικόνες και τις παραθέτουμε (δίπλα-δίπλα). Στην πρώτη σειρά εικόνων βάζουμε τις εικόνες από το καλοκαίρι και στην δεύτερη από τον χειμώνα ώστε να φτιάξουμε έναν πίνακα.

📌 **Tip:** Αναζήτησε κόκκινες περιοχές (βλάστηση), σκούρες περιοχές (άσφαλτος, νερό) και λευκές/ανοιχτές (σύννεφα ή ανακλαστικά υλικά).

Πρότυπες απαντήσεις & χρήσιμες πληροφορίες



Αττική_18_05_25_ΥΨ. Εικόνα εξαγμένη από το εργαλείο Η Γη από το διάστημα, Υπέρυθρο Ψευδοχρώμα



Αττική_18_05_25_ΑΠ. Εικόνα εξαγμένη από το εργαλείο Η Γη από το διάστημα, Αστικές περιοχές

1. Μπορείτε να διακρίνετε τα διαφορετικά υλικά από την εικόνα στο «Υπέρυθρο Ψευδοχρώμα»;

Ναι, με το Υπέρυθρο Ψευδοχρώμα τα διαφορετικά υλικά από τα οποία αποτελείται η πόλη είναι διακριτά. Ξεχωρίζει η στεριά από την θάλασσα και μάλιστα φαίνονται με λεπτομέρεια οι προβλήτες και οι μαρίνες. Στην στεριά, ξεχωρίζουν τα βουνά από τον αστικό ιστό και διακρίνεται η διαφοροποίηση μεταξύ βλάστησης (κόκκινης) και γυμνού εδάφους(καφέ). Μέσα στον αστικό ιστό, φαίνεται καθαρά το οδικό δίκτυο (σκούρο γκρι) ανάμεσα στο τσιμέντο (υπόλευκο, κρεμ, μπεζ).

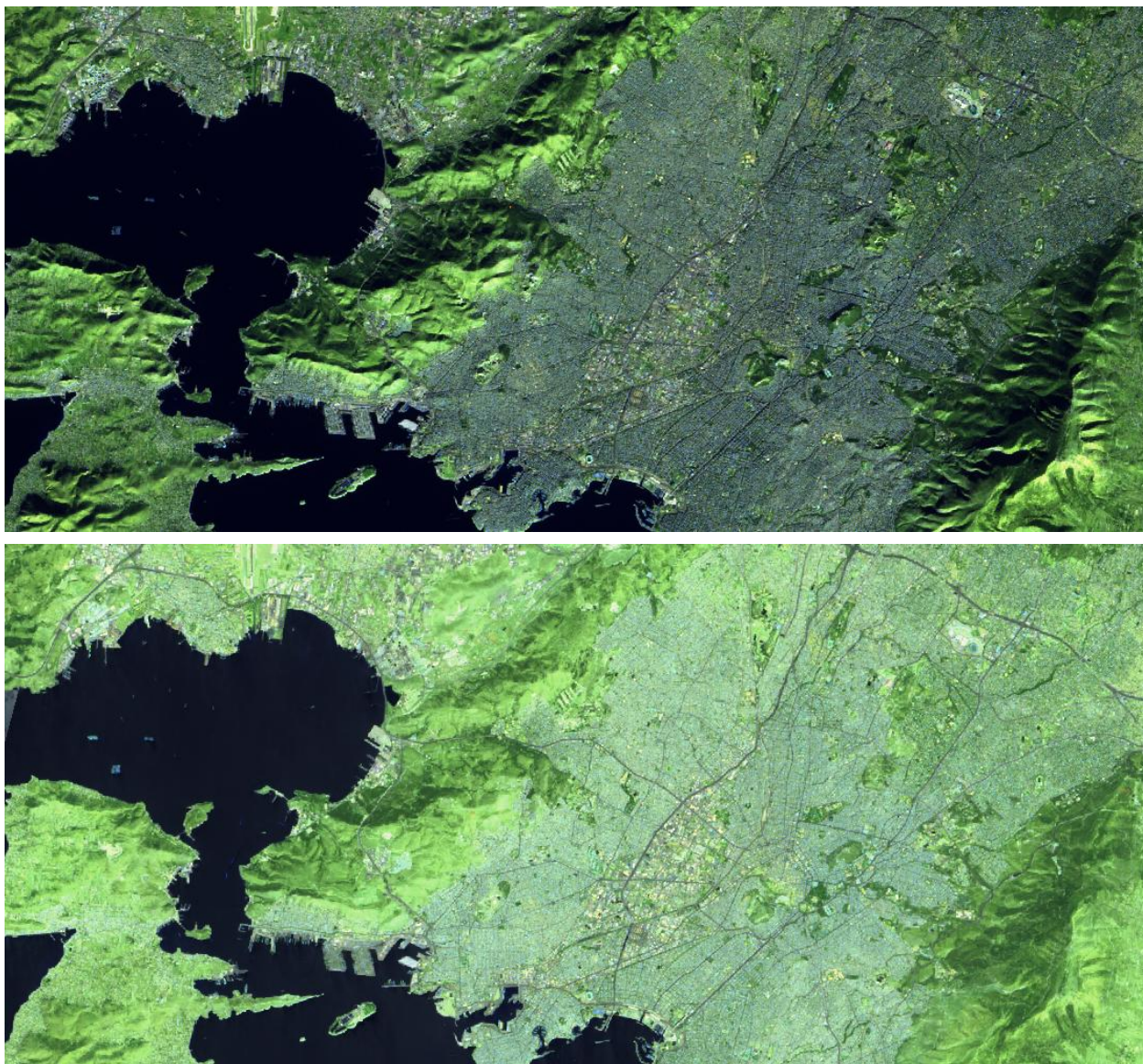
2. Συγκρίνοντας την εικόνα με αυτή από το «Αστικές Περιοχές» μπορείτε να εντοπίσετε που αραιώνει η δόμηση της πόλης;

Το εργαλείο «Αστικές Περιοχές» διευκολύνει την οπτική αναγνώριση της πυκνότητας της δόμησης της Αθήνας. Φαίνεται πως η Αθήνα είναι μια πυκνά δομημένη πόλη με λίγες περιοχές πράσινου. Από την πυκνή δόμηση φαίνεται να ξεχωρίζει η περιοχή του Αιγάλεω. Ιδιαίτερα πυκνή δόμηση εμφανίζεται γύρω από τον βράχο της Ακρόπολης ενώ όσο μετακινούμαστε προς τα βόρεια προάστια η δόμηση αραιώνει.

3. Ποια υλικά πιστεύετε ότι θερμαίνουν περισσότερο την Αθήνα;

Δομικά υλικά όπως η άσφαλτος και το (γκρι) τσιμέντο που έχουν μικρή ανακλαστικότητα και αποθηκεύουν μεγάλα ποσά ακτινοβολίας την ημέρα. Την ακτινοβολία αυτή την επανεκπέμπουν σε μορφή θερμικής ακτινοβολίας αυξάνοντας την θερμοκρασία του αέρα και των σωμάτων γύρω τους. Τα υλικά που ήδη χρησιμοποιούνται στην Αθήνα, ως επί το πλείστον δεν είναι αρκετά πορώδη για να κρατούν υγρή την επιφάνεια για μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι, δεν παρέχουν νερό που θα μπορούσε να εξατμιστεί και να ψύξει το έδαφος. Ενισχύοντας έτσι την θέρμανση της περιοχής.

4. Συγκρίνοντας την εικόνα του Υπέρυθρου Ψευδοχρώματος το καλοκαίρι με αυτή του χειμώνα, τι αλλαγές παρατηρείτε στους χρωματικούς τόνους; Τί σημαίνουν αυτές οι αλλαγές;



Αθήνα 05 Ιαν. 2024 (πάνω), Αθήνα 11 Ιουλ. 2024 (κάτω), Αστικές περιοχές

Έχουμε επιλέξει δύο εικόνες της Αθήνας μια από τον Ιανουάριο του 2024 και μια από τον Ιούλιο του ίδιου έτους. Παρόλο που χρησιμοποιούμε το ίδιο εργαλείο και για τις δύο (Αστικές Περιοχές) οι χρωματικοί τόνοι και οι αποχρώσεις διαφέρουν αρκετά. Αυτό συμβαίνει γιατί η ανακλώμενη ακτινοβολία που φτάνει στον δορυφόρο είναι περισσότερη το καλοκαίρι. Έτσι, αν σε μια περιοχή που ανακλά 40% της ακτινοβολίας που προσπίπτει σε αυτή σε κάθε εποχή, το καλοκαίρι προσπίπτουν 100 μονάδες ακτινοβολίας θα ανακλώνται οι 40. Αν τον χειμώνα, όμως, δέχεται 70 μονάδες τότε ανακλά $40\% \cdot 70 = 28$ μονάδες, όχι επειδή άλλαξε η επιφάνεια αλλά επειδή μειώθηκε η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Συνεπώς, ο δορυφόρος λαμβάνει μικρότερα ποσά ακτινοβολίας.

5. Εάν σας ζητούσε ο δήμαρχος της πόλης να προτείνετε αλλαγές για την Αθήνα ώστε να μειωθεί το θερμικό της αποτύπωμα, ποια υλικά θα μειώνετε και ποια θα αυξάνετε;

Για να μειωθεί το θερμικό αποτύπωμα της Αθήνας, δεν αρκεί ένα μέτρο, είναι απαραίτητος ο συνδυασμός τροποποιήσεων στα υλικά, στη χρήση διαθέσιμων οικοπέδων και στα είδη των κτηρίων που υπάρχουν στην πόλη. Μια βασική αλλαγή είναι η προσθήκη πράσινου σε μεγάλες εκτάσεις. Αυτό μπορεί να γίνει με την δημιουργία μεγάλων πάρκων σε λίγες περιοχές ή μικρών πάρκων σε πολλές περιοχές. Φυτά μπορούν να ενταχθούν και σε οικιακό επίπεδο. Στα σπίτια, ειδικά στις ταράτσες μπορούν να τοποθετηθούν κατάλληλα φυτά ώστε να ανακλούν την ακτινοβολία και να παρέχουν υγρασία στον αέρα, χωρίς να στερούν οικοδομήσιμα οικόπεδα. Ακόμα, με την αλλαγή των υλικών κατασκευής σε «ψυχρά» υλικά με υψηλή ανακλαστικότητα και ικανά να κατακρατήσουν νερό με σκοπό την εξάτμιση του.

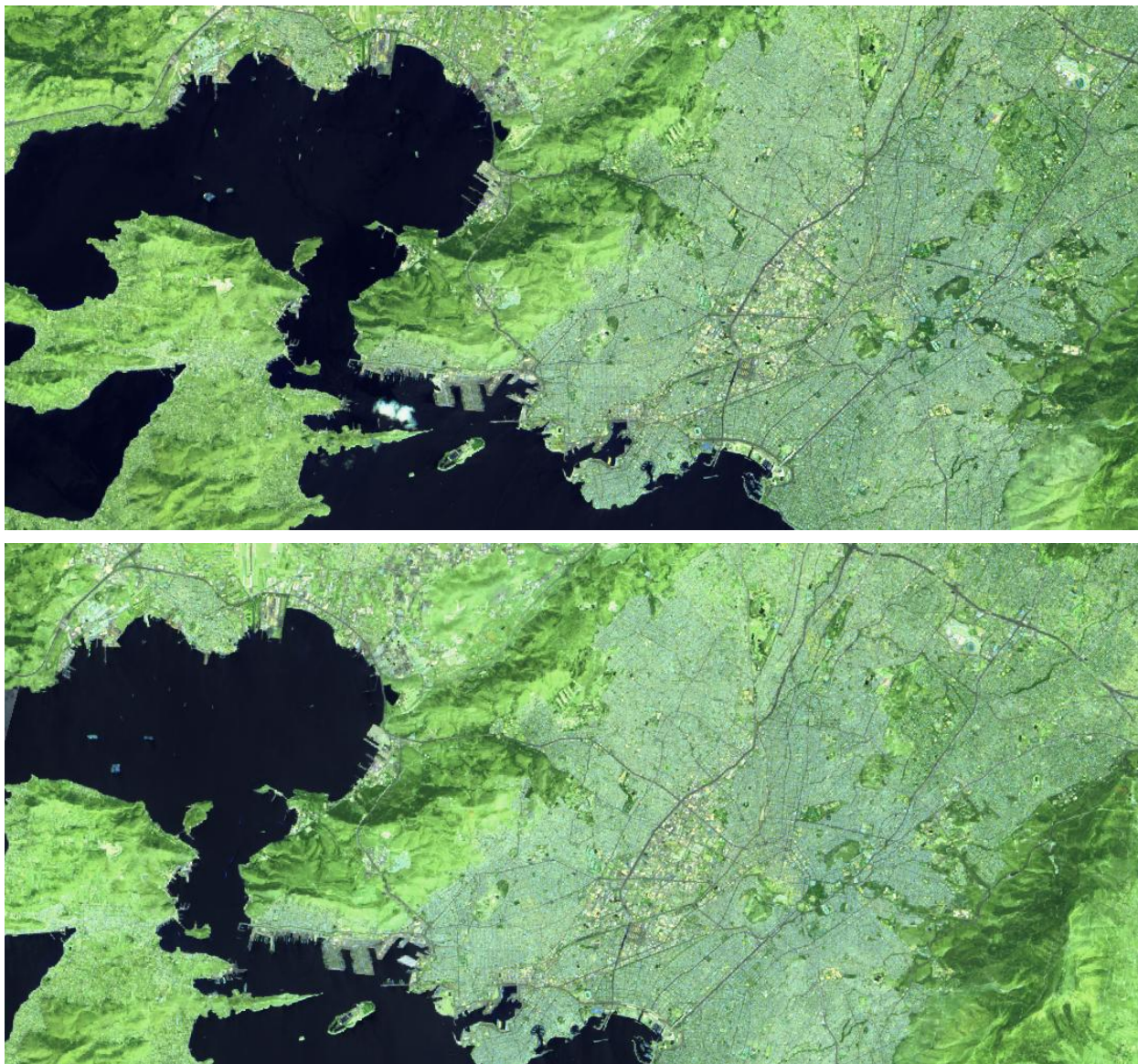
Πέρα από τα υλικά, χρήσιμος είναι ο περιορισμός ψηλών κτηρίων σε περιοχές με στενούς δρόμους αλλά και ο πιο αεροδυναμικός σχεδιασμός των κτηρίων ώστε να μην εμποδίζεται η ροή του ανέμου σημαντικά.

Συνιστούμε αυτή η ερώτηση να απαντηθεί με μια παρουσίαση των μαθητών. Υποθέτοντας ότι σας καλεί ο Δήμαρχος για να του αναλύσετε το θερμικό αποτύπωμα της πόλης σας, να εξηγήσετε τους κινδύνους που θα διατρέχει στο κοντινό μέλλον αλλά και τρόπους πρόληψης, να φτιάξετε μια παρουσίαση που θα συνοδέψει την παρουσίασή σας. Η εργασία μπορεί να γίνει σε ομάδες, να συνδυαστεί με άλλα εργαλεία (κάλυψη γης, θερμικός κίνδυνος, κλιματικοί κίνδυνοι) εάν είναι απαραίτητο.

6. Ποιες περιοχές πιστεύετε ότι χρειάζονται τις πιο μεγάλες αλλαγές;

Οι αλλαγές είναι πάντα πιο αποδοτικές στις περιοχές με την μεγαλύτερη ανάγκη. Ένα πάρκο στα Βορειοδυτικά της Αττικής, όπου ήδη υπάρχουν εκτάσεις με πράσινο δεν θα άλλαζε σημαντικά. Ωστόσο, αν δημιουργούταν ένα μεγάλο πάρκο στα Δυτικά προάστια, η απόδοσή του στην ψύξη της περιοχής θα ήταν πιο υψηλή. Οι μαθητές μπορούν να κυκλώνουν τις περιοχές που επιλέγουν ως πιο ευαίσθητες με το εργαλείο Σχεδίαση (draw).

7. Μπορείτε να λάβετε άλλη μια εικόνα καλοκαιριού από τις πρώτες διαθέσιμες (2017) και να συγκρίνεται με τις τελευταίες διαθέσιμες (2024). Πιστεύετε ότι έχουν γίνει αλλαγές για την μείωση του θερμικού αποτυπώματος;



Αθήνα 11 Ιουλ. 2017 (πάνω), 11 Ιουλ. 2024 (κάτω), Αστικές Περιοχές

Από τις δύο εικόνες του Ιουλίου 2017 και του Ιουλίου 2024, δεν μπορούμε να εντοπίσουμε μεγάλες αλλαγές στην δόμηση της Αθήνας ή στην έκταση των περιοχών με πράσινο. Στο εργαλείο Αστικές Περιοχές δεν διακρίνεται αύξηση του πράσινου μέσα σε αυτό το διάστημα ούτε ιδιαίτερη επέκταση της πόλης. Για να φανεί μια τέτοια αλλαγή θα έπρεπε να ελέγξουμε παλαιότερες εικόνες (πριν το 2000). Εδώ μπορεί να φανεί έντονη διαφορά από την [Ενότητα 2 Κεφάλαιο 2](#) μεταξύ 1993 και 2020.

Η εργασία αυτή μπορεί να συνδυαστεί με το εργαλείο «Κλιματικοί Κίνδυνοι» (ή την εργασία 4) με το οποίο μπορείτε να εστιάσετε στην περιοχή που σας ενδιαφέρει, να

μελετήσετε τους κινδύνους που φαίνεται να ότι θα διατρέχει και να συζητήσετε τρόπους αντιμετώπισης. Επίσης, χρήσιμη σύνδεση μπορεί να γίνει με το εργαλείο απεικόνισης του θερμικού κινδύνου.

+ Δείτε ακόμα...

[Ο καθοριστικός ρόλος των πόλεων στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής](#)

[Παγκόσμιο Φόρουμ για τα κτίρια και το κλίμα](#)

[Η βιωσιμότητα των Κυκλάδων](#)

[Η σημασία των υπολειπόμενων εκπομπών στη δέσμευση των πόλεων για κλιματική ουδετερότητα](#)

[Κλιματική Αλλαγή και Πόλεις](#)