



## Πόλεις και Κλιματική Αλλαγή

Διαμορφώνοντας ένα Σχέδιο  
Προσαρμογής στις υψηλές  
θερμοκρασίες και στους  
καύσωνες

# Ας διαμορφώσουμε ένα ΣΧΕΔΙΟ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ που θα στοχεύει στη μείωση κατά ένα βαθμό Κελσίου της θερμοκρασίας αέρα στην Αθήνα

Κάτι τέτοιο θα οδηγήσει σε μείωση:

- της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη κατά 4.1%,
- της θνησιμότητας ειδικά για τις ευάλωτες ηλικιακά ομάδες (λ.χ. > 65 ετών) κατά 10% (στην περίπτωση καυσώνων),
- της συγκέντρωσης όζοντος κατά 7-9%.



**Για να διαμορφώσουμε το Σχέδιο Προσαρμογής θα πρέπει πρώτα να εξετάσουμε μία σειρά από ερωτήματα.**



**Ερώτημα 1. Ποιοί παράγοντες επηρεάζουν το  
θερμικό περιβάλλον μιας πόλης**





Ισχυρές ροές αισθητής θερμότητας

Ανθρωπογενείς ροές θερμότητας

Παγίδευση ακτινοβολίας εντός της αστικής χαράδρας

Αποθήκευση θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας, η οποία εκλύεται τη νύκτα

Ψύξη μέσω εξατμισοδιαπνοής

Σκίαση

Υψηλότερη υγρασία εδάφους

Υψηλότερη ανακλαστικότητα

**Αισθητή θερμότητα:** η θερμότητα που μεταφέρεται από ένα θερμότερο σώμα προς ένα λιγότερο θερμό (π.χ. από την άσφαλτο στον υπερκείμενο αέρα)

**Ανθρωπογενείς ροές θερμότητας:** παραγωγή/έκλυση θερμότητας από αυτοκίνητα, κτήρια, βιομηχανίες, κ.α.

**Αστική χαράδρα:** δρόμος με σημαντικά μεγαλύτερο ύψος κτηρίων από το πλάτος του δρόμου

**Ανακλαστικότητα:** η ικανότητα μιας επιφάνειας να ανακλά την ηλιακή ακτινοβολία

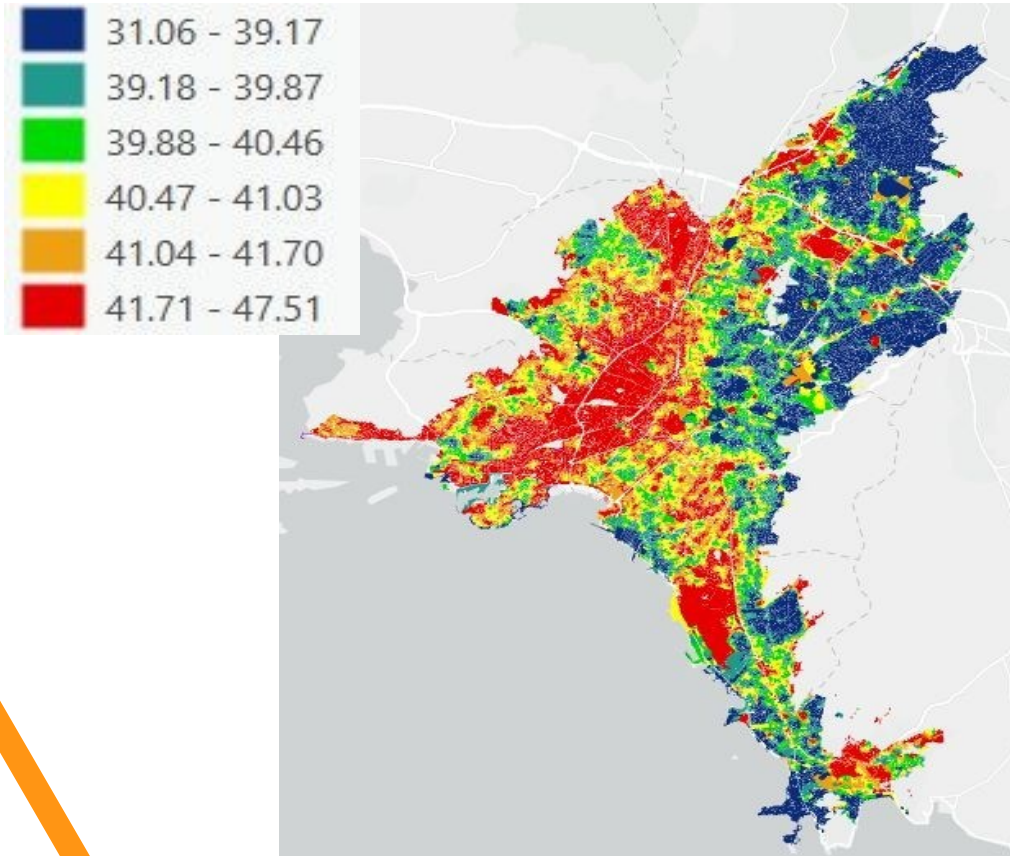


## Ερώτημα 2. Πως διαμορφώνεται το θερμικό περιβάλλον της πόλης

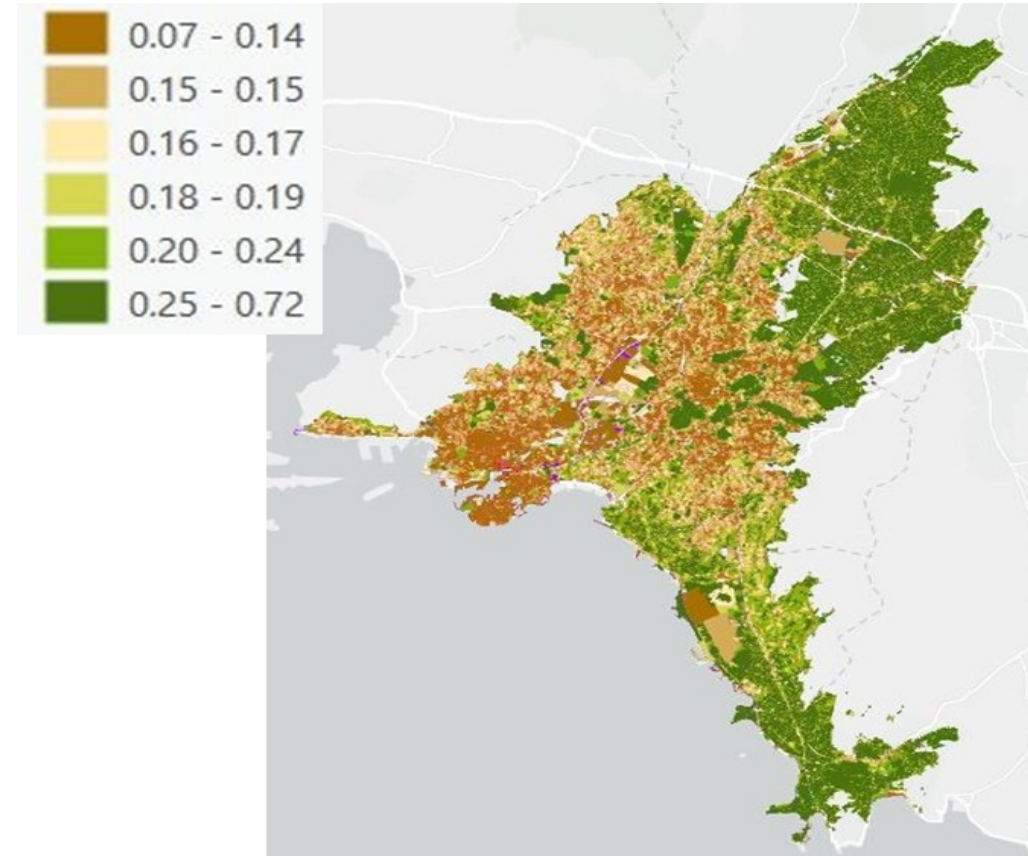


Όσο περισσότερο πράσινο, τόσο μικρότερη η θερμοκρασία της επιφάνειας εδάφους (τόνοι μπλε) και το αντίστροφο

Μέση θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους – θερινοί μήνες (°C)



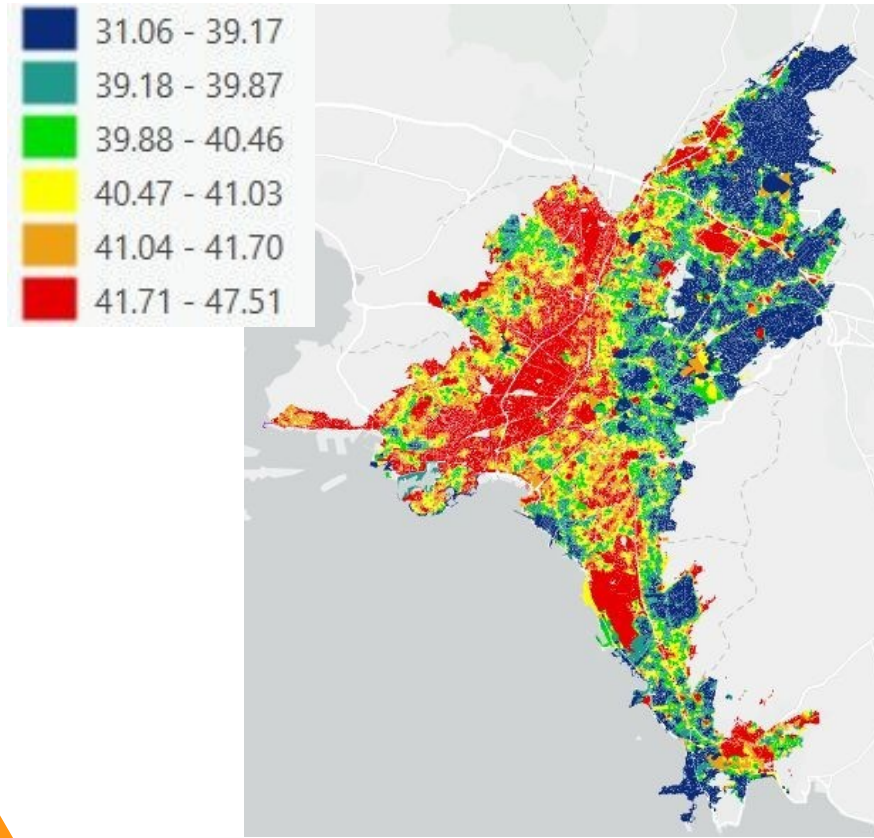
Μέση τιμή Δείκτη Βλάστησης



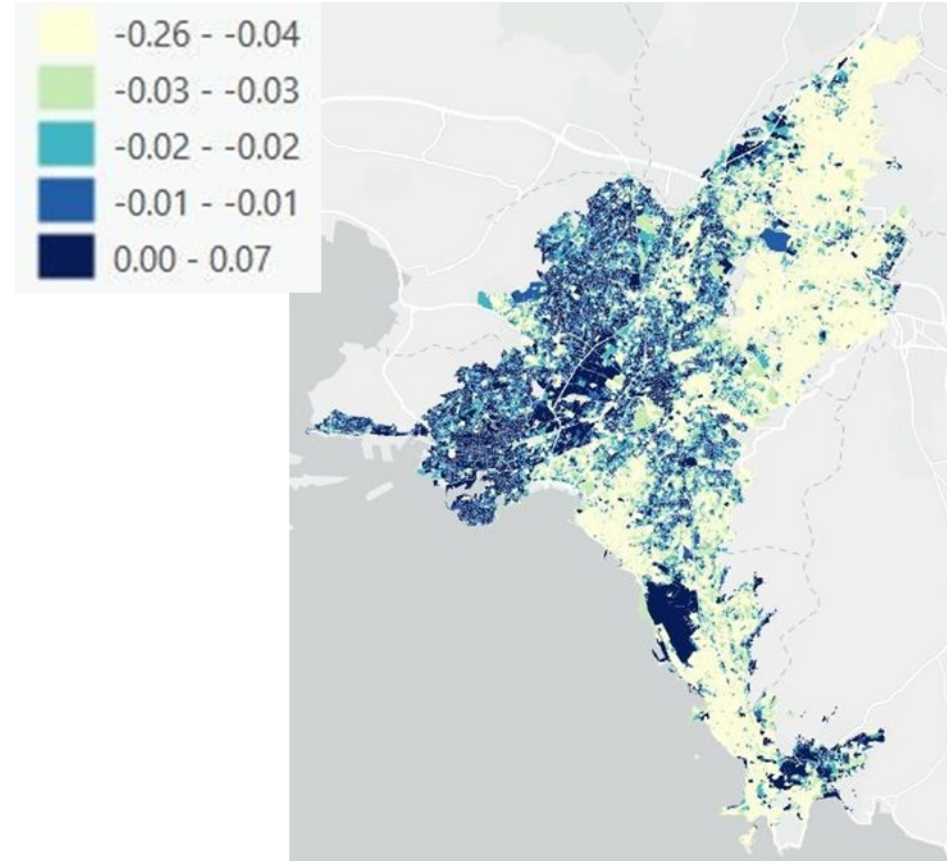
Η θερμοκρασία της επιφάνειας εδάφους χρησιμοποιείται για να αποδώσει τη συνεισφορά των υλικών λ.χ. ασφάλτου, πρασίνου, χώματος, κλπ.

Όσο μικρότερη η πυκνότητα δόμησης (τόνοι **κίτρινου**), τόσο μικρότερη η θερμοκρασία της επιφάνειας εδάφους (τόνοι **μπλε**) και το αντίστροφο



Μέση θερμοκρασία επιφανείας εδάφους – θερινοί μήνες (°C)



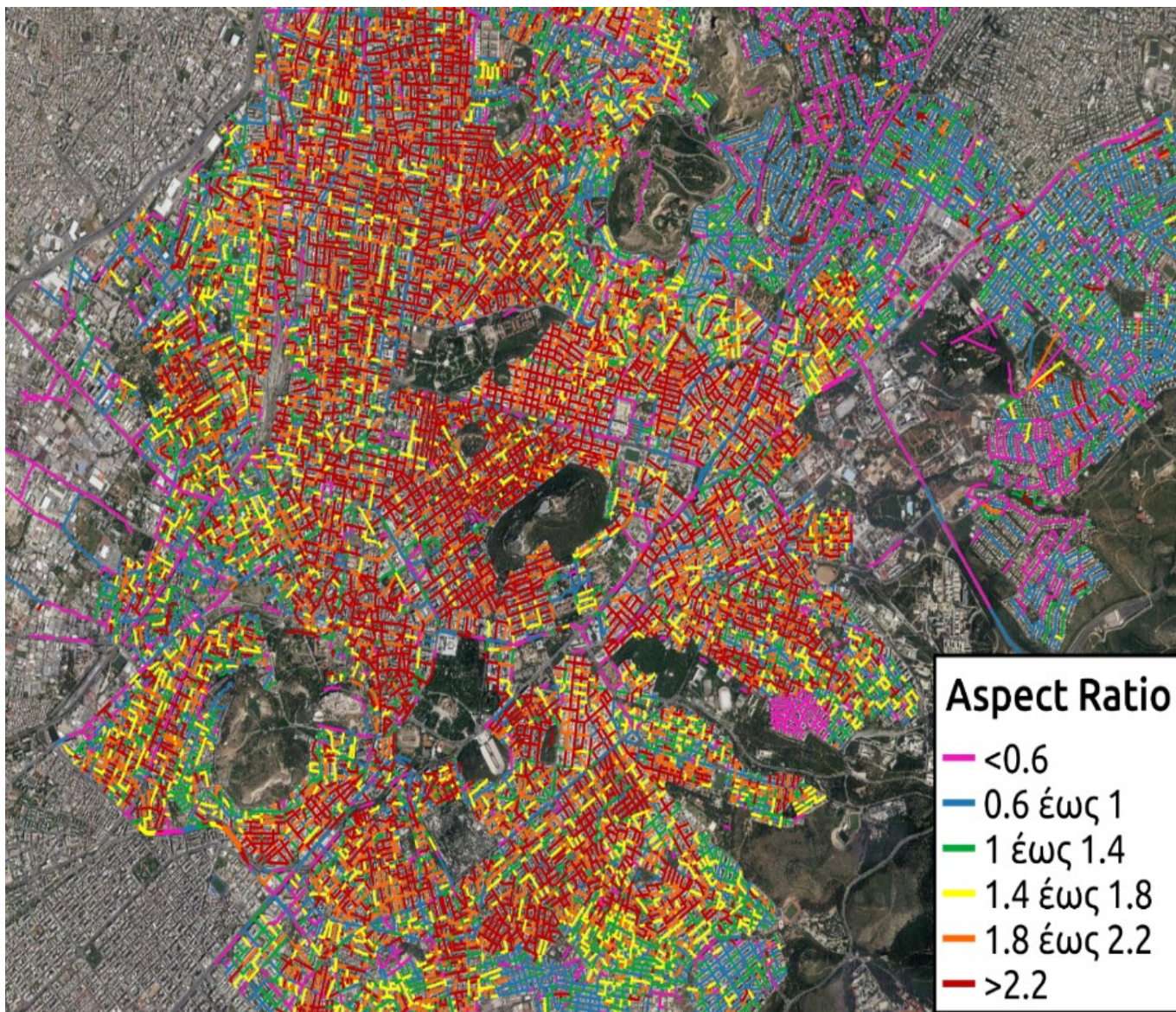
Μέση τιμή δείκτη δόμησης NDBI







**Ερώτημα 3. Πως επηρεάζει ο τρόπος που έχει  
κτιστεί μία πόλη (αστική μορφολογία) το  
θερμικό περιβάλλον**



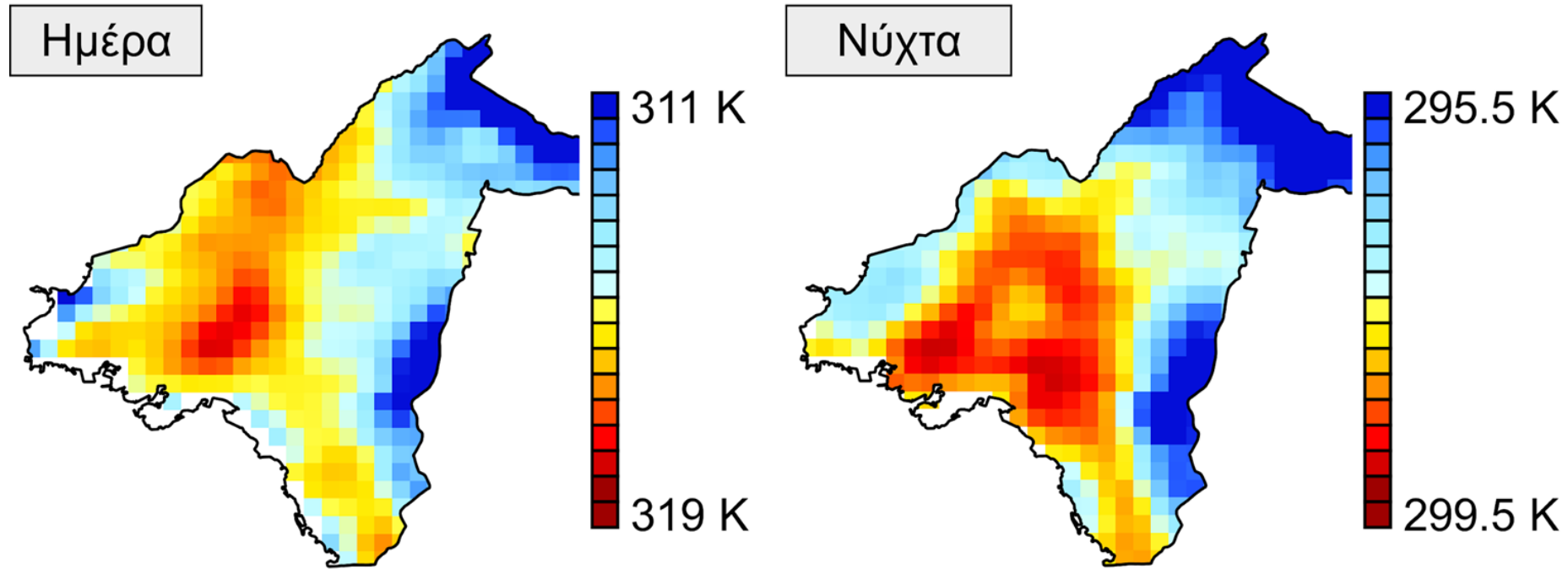
Στη διαφάνεια παρουσιάζεται για το κέντρο της Αθήνας, ο λόγος του ύψους των κτηρίων προς το πλάτος του δρόμου στον οποίο βρίσκονται.

Κόκκινες και πορτοκαλί αποχρώσεις (Κατηγορία 1) αντιστοιχούν σε δρόμους με τα χαρακτηριστικά της Ιπποκράτους, της Σόλωνος και της Μητροπόλεως.

Μπλε και πράσινες αποχρώσεις (Κατηγορία 2) αντιστοιχούν σε δρόμους με τα χαρακτηριστικά της Πανεπιστημίου ή της Κηφισίας.


Πηγή. Agathangelidis, E., Cartalis, C., Santamouris, M., Urban Morphological Controls on Surface Thermal Dynamics: A Comparative Assessment of Major European Cities with a Focus on Athens, Greece, Climate.

# Ενδοαστική κατανομή της θερμοκρασίας επιφάνειας εδάφους για χωρικές ενότητες της Κατηγορίας 1




Υψηλότερες (υπό συνθήκες) θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Ενίσχυση τις νυχτερινές ώρες γεγονός που σημαίνει ότι η πόλη δεν αποβάλλει – στην περίπτωση υψηλών θερμοκρασιών ή καύσωνα - πλήρως τη θερμότητα που έχει απορροφήσει κατά τη διάρκεια της ημέρας.

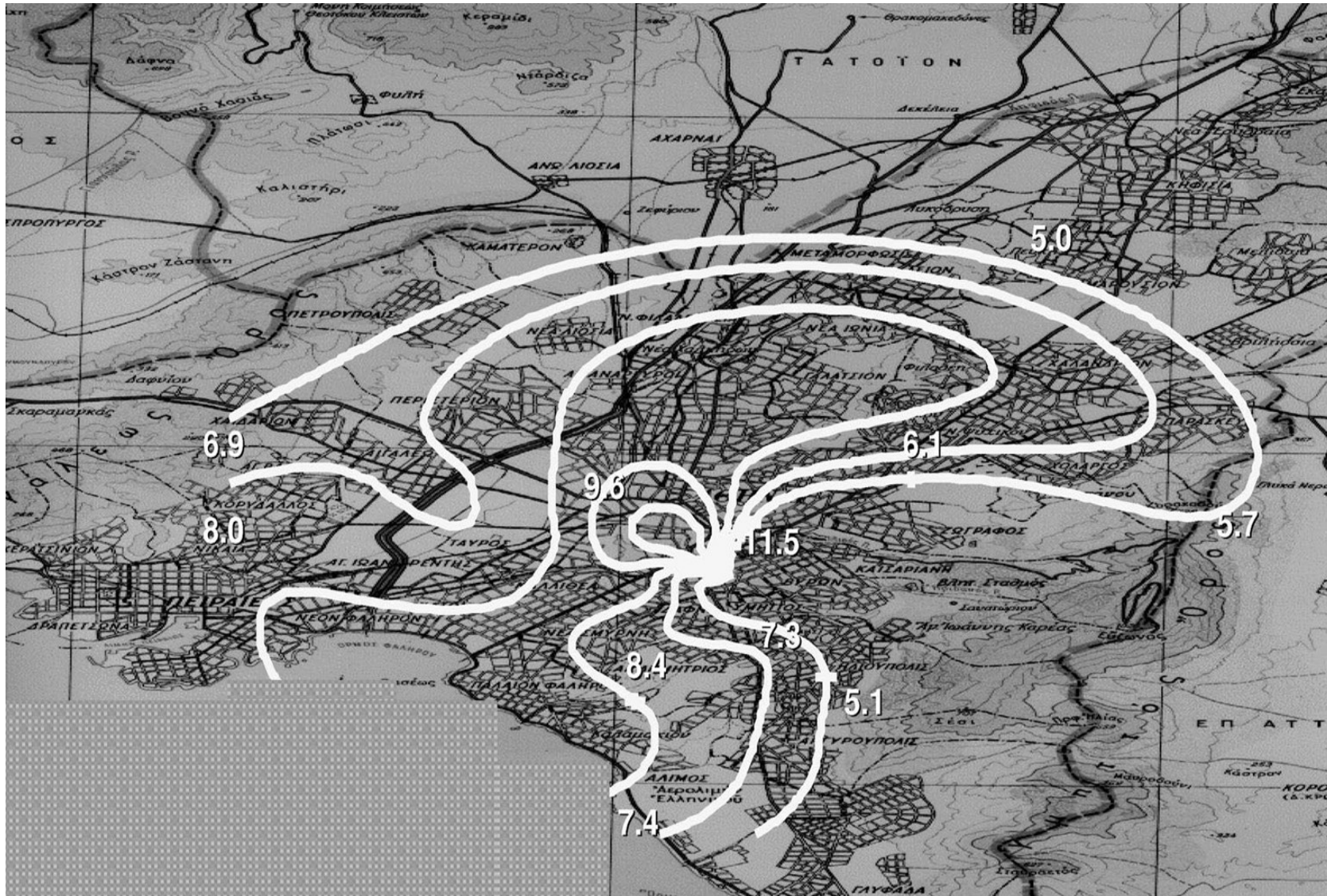


**Ερώτημα 4. Πως σχετίζεται η κατανάλωση  
ενέργειας με το θερμικό περιβάλλον της πόλης  
και την πυκνότητα δόμησης**





# Κατανάλωση ενέργειας σε KWh/m<sup>2</sup> ανά μήνα στο ευρύτερο πολεοδομικό συγκρότημα Αθήνας κατά τους θερινούς μήνες

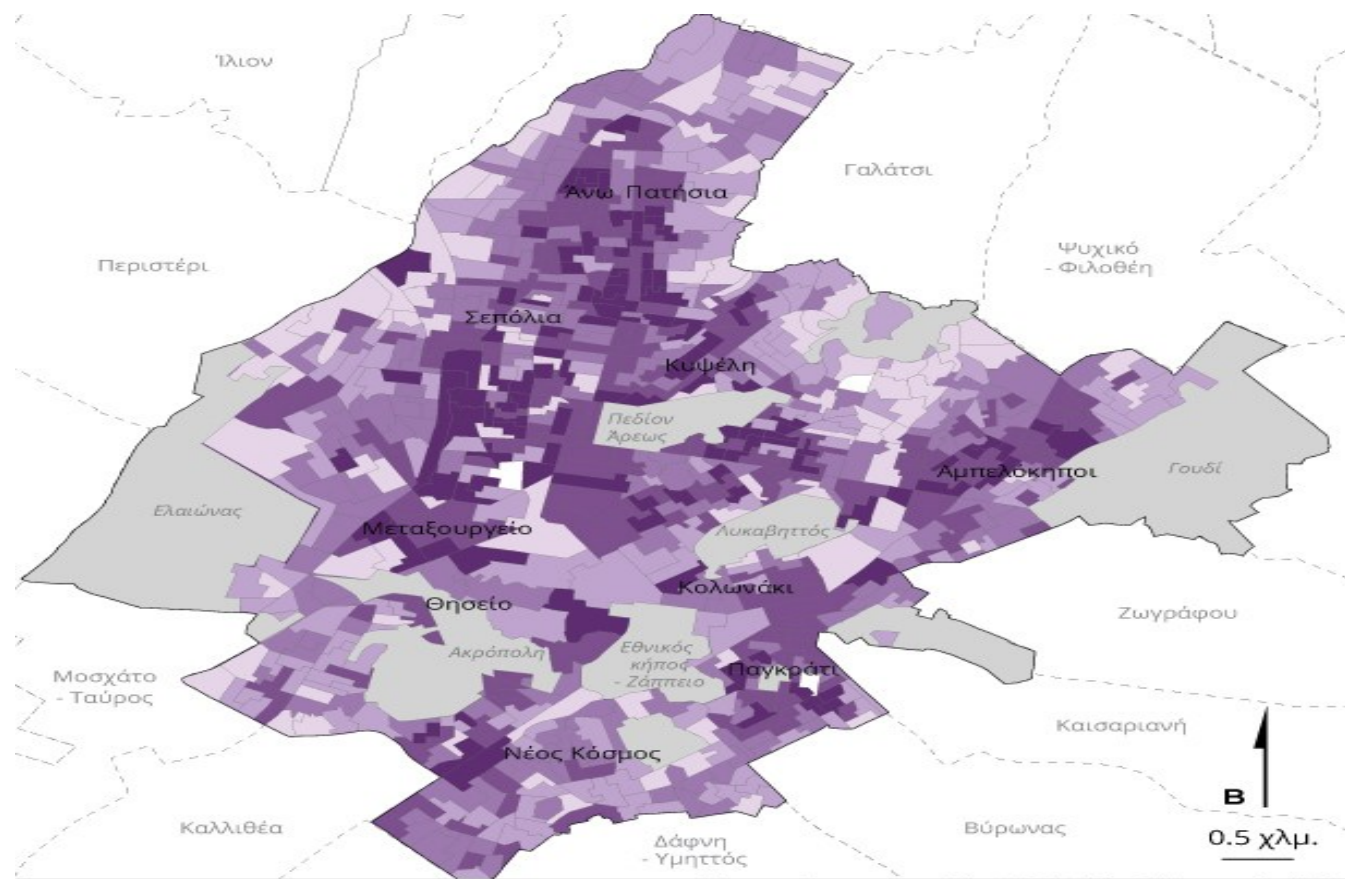


Πηγή: Καθ. Μ. Σανταμούρης, Ερευνητική Ομάδα Κτιριακού Περιβάλλοντος, ΕΚΠΑ



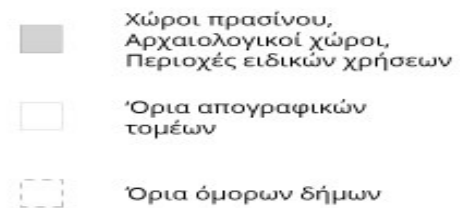
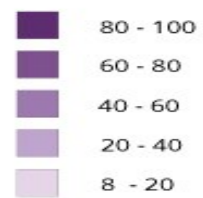


**Ερώτημα 5. Σε ποιά κατάσταση βρίσκεται μία αστική περιοχή ως προς τη θερμομόνωση των κτηρίων**





Άτλας κοινωνικής γεωγραφίας της Αθήνας | © Φ. Βασιβάλη, Ε. Χατζηγεωργαντίου (2016)

Κτίρια χωρίς μόνωση (%)\*



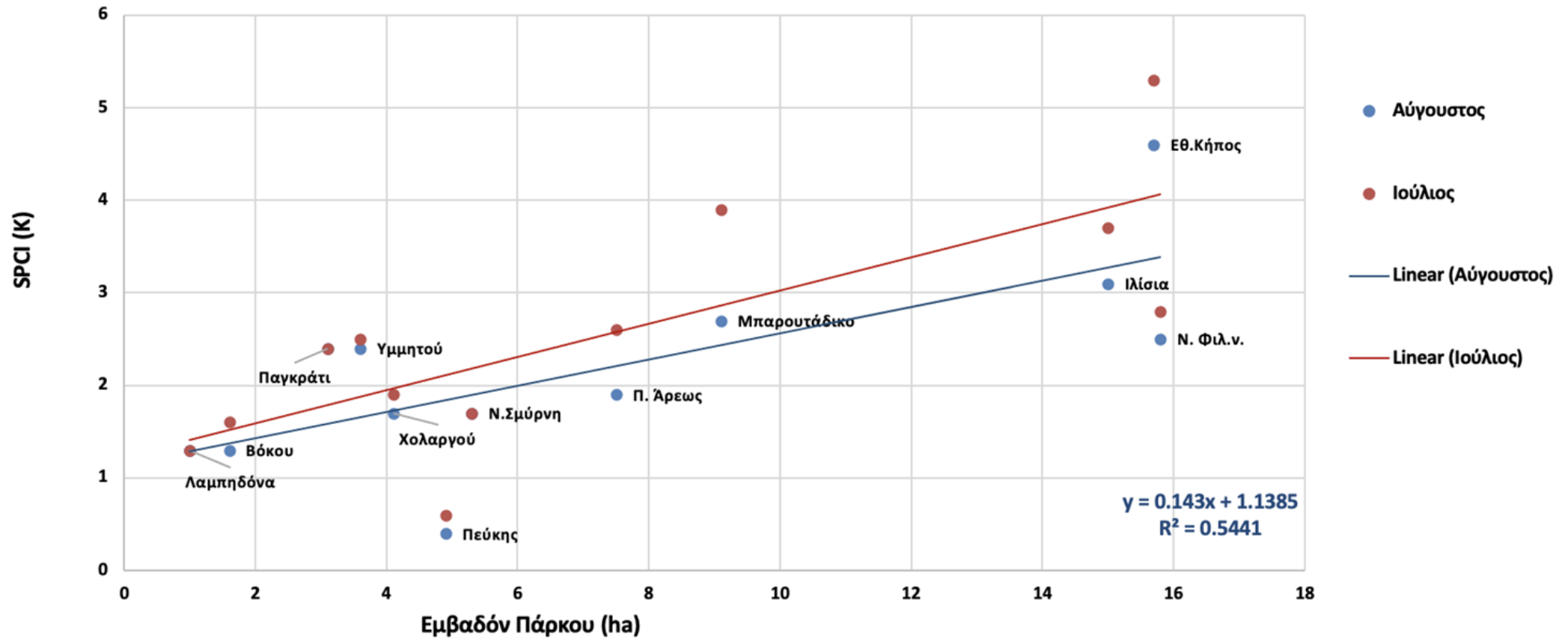
\*Πηγή στοιχείων: ΕΛΣΤΑΤ - Απογραφή 2011

Πηγή:  
<https://www.athenssocialatlas.gr/>

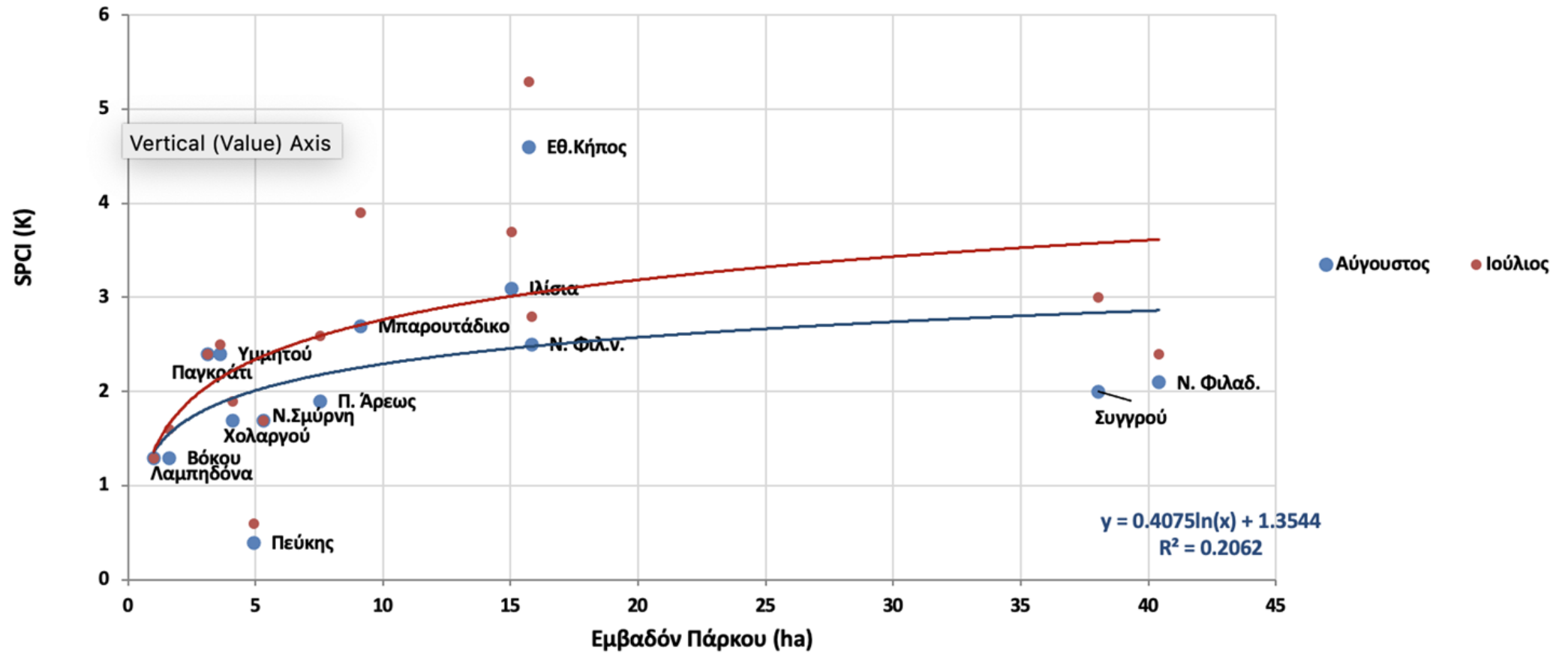


**Ερώτημα 6. Ποιά η δροσιστική επίδραση των χώρων πρασίνου, δηλαδή η ικανότητα τους να επηρεάσουν τη θερμοκρασία γειτονικών περιοχών**


## Συσχέτιση έντασης SPCI με το εμβαδόν του πάρκου (πάρκα έως 16ha, n=12)



## Συσχέτιση έντασης SPCI με το εμβαδόν του πάρκου (όλα τα πάρκα, n=14)








Διαπιστώνεται ότι η δροσιστική επίδραση ενός χώρου πρασίνου αυξάνεται σημαντικά μέχρι την έκταση των 160 στρεμάτων. Από την έκταση αυτή και μετά, η δροσιστική επίδραση παραμένει σχεδόν σταθερή.

Αυτό σημαίνει ότι οι πόλεις χρειάζονται – για να αντιμετωπίσουν υψηλές θερμοκρασίες και καύσωνες – πολλούς μικρούς και μεσαίους (σε έκταση) χώρους πρασίνου.





**Ερώτημα 7. Πως γνωρίζουμε ποιά μέτρα να  
διαλέξουμε**

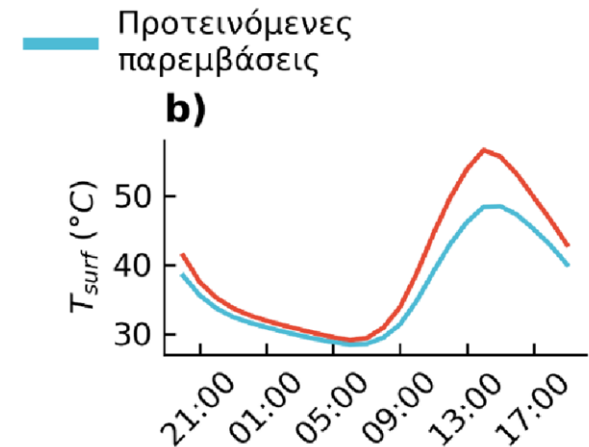
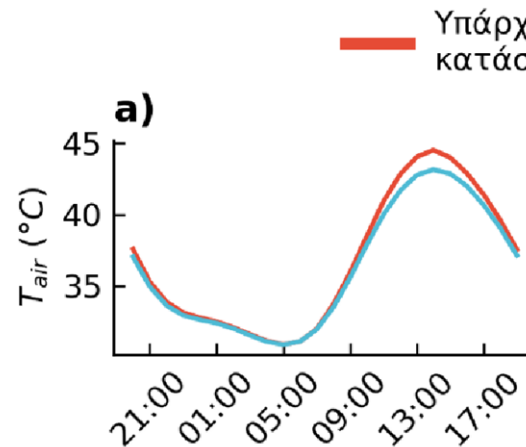


# Αξιολόγηση παρεμβάσεων

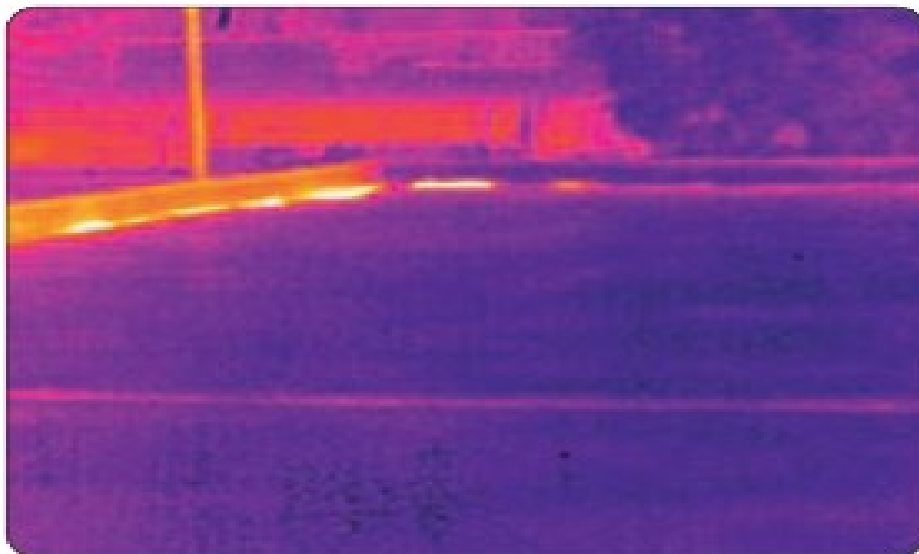
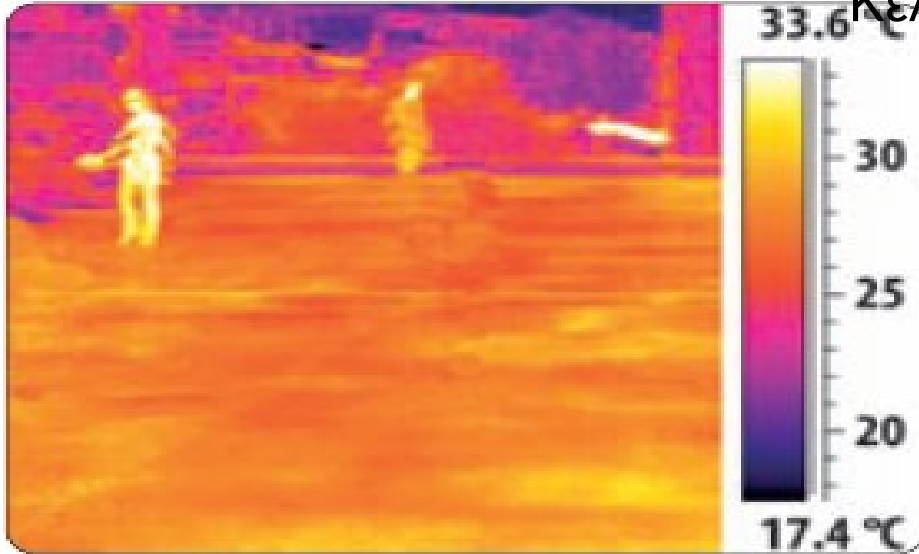
Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα παρεμβάσεων στην περίπτωση ενός ακραίου καύσωνα σε μία τυπική αστική περιοχή κατοικιών της Περιφέρειας Αττικής. Οι παρεμβάσεις αφορούν στη βελτίωση της ανακλαστικότητας των αστικών επιφανειών (1<sup>η</sup> στήλη) με τη χρήση ψυχρών υλικών (3<sup>η</sup> στήλη) σε σύγκριση με την υφιστάμενη κατάσταση (2<sup>η</sup> στήλη). Στα σχήματα διακρίνεται η μείωση της θερμοκρασίας αέρα (αριστερά) και της θερμοκρασίας της επιφάνειας εδάφους (δεξιά).



Χαρακτηριστικά	Υφιστάμενη κατάσταση	Προτεινόμενη λύση
Οδόστρωμα	0.1	0.5
Πεζοδρόμιο	0.1	0.6
Οροφές	0.2	0.8
Τοίχοι	0.4	0.4
Κεραμοσκεπές	0.33	0.5

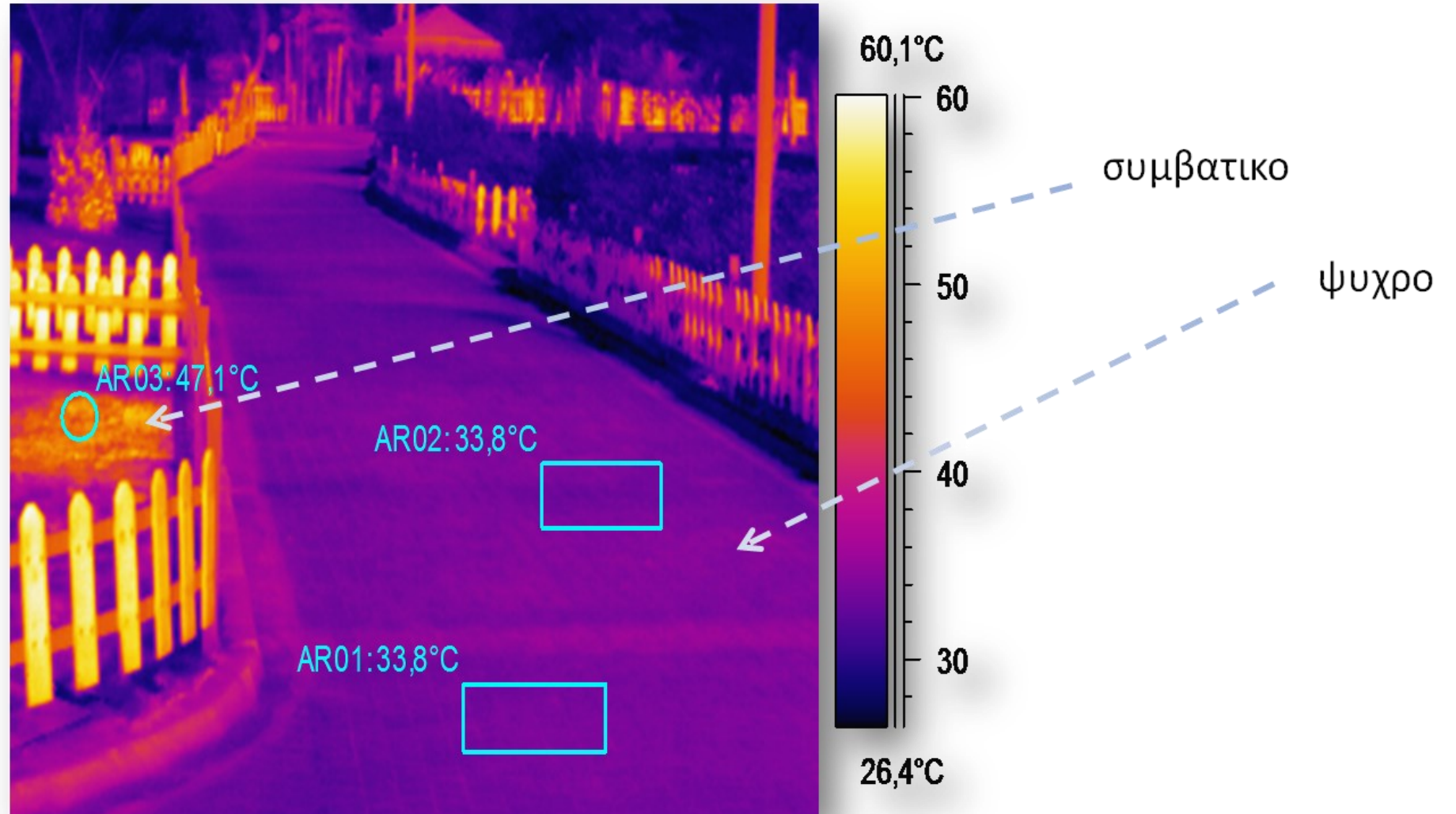


Εφαρμογή ψυχρών υλικών σε οροφή σχολείου  
(μείωση της θερμοκρασίας της οροφής κατά περίπου 10 βαθμούς  
Κελσίου)



Πηγή: Καθ. Μ. Σανταμούρης

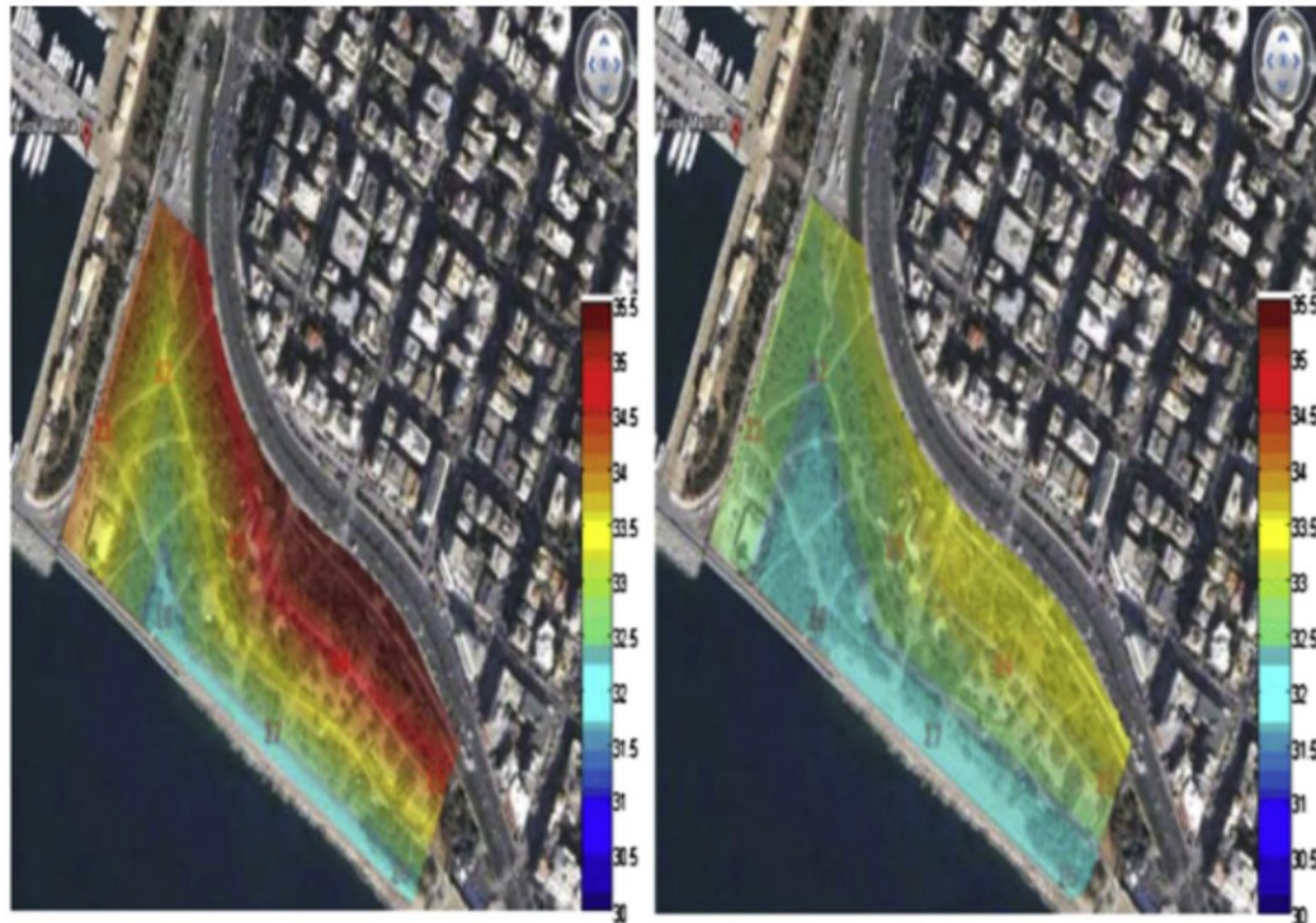
# Βιοκλιματική ανάπτυξη – Παλαιό Φάληρο



Πηγή: Καθ. Μ. Σανταμούρης



## Βιοκλιματική ανάπτυξη – Παλαιό Φάληρο



Without the CoolPavement

With the Cool Pavement

**Από τη θεωρία στην πράξη**



Οι τρόποι προσαρμογής σε ένα θερμικά επιβαρυμένο περιβάλλον διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

1. Αύξηση του πρασίνου στην επιφάνεια (στο επίπεδο των δρόμων, σε πάρκα και λόφους) αλλά και επιλογή του είδους πρασίνου που αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες.
  2. Χρήση ψυχρών και υπέρψυχρων υλικών για την αύξηση της ανακλαστικότητας των αστικών επιφανειών και τη μείωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας εδάφους και του αέρα.
  3. Πράσινες οροφές – Πράσινα Κτίρια - Σκίαση
  4. Επίστρωση των επιφανειών με πορώδη υλικά (ώστε να συγκρατείται το νερό στην επιφάνεια και να διευκολύνεται ο δροσιστικός μηχανισμός της εξάτμισης).
  5. Θερμικά μονωμένα κτίρια για να αποφεύγεται η χρήση κλιματιστικών συσκευών που έχουν ως αποτέλεσμα την αποβολή θερμού αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον.
- 