

# ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΔΑΠΕΔΩΝ & ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ ΑΣΤΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Οι ιδιότητες των υλικών επηρεάζουν τις θερμοκρασίες όχι μόνο των ίδιων των επιφανειών αλλά και του περιβάλλοντος, καθώς και τις συνθήκες άνεσης των πεζών, που χρησιμοποιούν τους υπαίθριους χώρους.

Άρθρο της: ΑΓΓΕΛΙΚΗΣ ΧΑΤΖΗΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, αρχιτέκτονα μηχαν., δρ. ενεργειακού και βιοκλιματικού σχεδιασμού, ΜΑ

Τα μη υδατοδιαπερατά υλικά που χρησιμοποιούνται στον αστικό χώρο και η πυκνή δόμηση διαμορφώνουν μια αδιαπέραστη αστική επιφάνεια, η οποία διατηρεί πολύ χαμηλή την υγρασία του εδάφους και λειτουργεί ως παγίδα ακτινοβολίας, ενισχύοντας το φαινόμενο της θερμοκτικής νησίδας. Οι ιδιότητες των υλικών επηρεάζουν τις θερμοκρασίες όχι μόνο των ίδιων των επιφανειών αλλά και του περιβάλλοντος, καθώς και τις συνθήκες άνεσης των πεζών, που χρησιμοποιούν τους υπαίθριους χώρους. Η επίδραση των ιδιοτήτων των υλικών διαφοροποιείται κατά τη διάρκεια της ημέρας, τονίζοντας τη σημασία της επιλογής υλικών, ανάλογα με την περίοδο χρήσης του υπαίθριου χώρου.

## Επιφανειακές θερμοκρασίες υλικών επίστρωσης

Οι ιδιότητες που επηρεάζουν τις θερμοκρασίες των επιφανειών είναι η ικανότητα ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας (ανακλαστικότητα ή albedo), η ικανότητα εκπομπής θερμότητας στο περιβάλλον (εκπεμπτικότητα) και η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας (θερμοχωρητικότητα). Η ανακλαστικότητα είναι η ιδιότητα που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τις επιφανειακές θερμοκρασίες των δαπέδων των υπαίθριων χώρων, κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας και με μεγάλη ηλιοφάνεια. Τα ανοιχτόχρωμα υλικά έχουν υψηλή ανακλαστικότητα και παρουσιάζουν χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες σε σχέση με σκουρόχρωμα υλικά. Τα περισσότερα δομικά υλικά έχουν παρόμοια εκπεμπτικότητα. Η θερμοχωρητικότητα των υλικών παίζει σημαντικό ρόλο, κυρίως σε περίπτωση δομικών στοιχείων μεγάλης

μάζας, όπως, για παράδειγμα των συμπαγών κυβόλιθων, και όχι τόσο των λεπτών πλακών επίστρωσης.

Τα υλικά με επιφάνειες που συνδυάζουν υψηλή ανακλαστικότητα και υψηλή εκπεμπτικότητα διατηρούν χαμηλές θερμοκρασίες στην επιφάνειά

τους και ανήκουν στην κατηγορία των ψυχρών υλικών. Νέες τεχνολογίες έχουν επιτρέψει τη δημιουργία υλικών με μεγάλη ανακλαστικότητα, ανεξάρτητη από το χρώμα της επιφάνειας, και επομένως τα ψυχρά υλικά δεν περιορίζονται πλέον σε ανοιχτές αποχρώσεις.



I (α,β)

Η ηλιοπροστασία των υλικών με δέντρα και η ροή νερού σε σιντριβάνια ή πίδακες μπορούν να λειτουργήσουν ως επικουρικές μέθοδοι βελτίωσης του μικροκλίματος.

2

Μέτρηση ανακλαστικότητας διαφόρων επιφανειών δαπέδων σε υπαίθριους χώρους της Θεσσαλονίκης.

## Επίδραση των υλικών στη θερμοκρασία περιβάλλοντος

Η εκπομπή αποθηκευμένης θερμότητας από τα δομικά υλικά στο περιβάλλον αυξάνει τη θερμοκρασία αέρα στον αστικό χώρο (αισθητή ροή θερμότητας). Τα ψυχρά υλικά, που δεν απορροφούν μεγάλη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διατηρούν χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες, εκπέμπουν μικρή ποσότητα θερμότητας και συμβάλλουν στη διατήρηση χαμηλής θερμοκρασίας αέρα στο περιβάλλον τους.

Οι υδατοδιαπερατές επιφάνειες (π.χ. διάτρητοι κυβόλιθοι) και τα πορώδη υλικά επίστρωσης δαπέδων (π.χ. πωρόλιθοι, κεραμικά), τα οποία επιτρέπουν τη ροή του νερού στο φυσικό έδαφος και την εξάτμιση της υγρασίας από αυτό, έχουν ιδιαίτερα θετική επίδραση στη θερμοκρασία περιβάλλοντος κατά τη θερινή περίοδο, διότι ενισχύουν τον εξατμιστικό δροσισμό (λανθάνουσα ροή θερμότητας).

Τα υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και μάζα έχουν την τάση να εξισορροπούν ή να περιορίζουν τις μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Η υψηλή θερμοχωρητικότητα των αστικών υλικών, όχι μόνο των δαπέδων αλλά και των κτιρίων, επιδρά θετικά την ημέρα, τη θερινή περίοδο, απορροφώντας και αποθηκεύοντας θερμότητα μέχρι τις νυκτερινές ώρες, όταν η θερμότητα αποδίδεται πίσω στο περιβάλλον. Η μεγάλη θερμοχωρητικότητα του αστικού ιστού συνολικά, συμπεριλαμβανομένων και των κτιρίων (σκυρόδεμα, άσφαλτος), σε συνδυασμό με τη μειωμένη θέαση του ουρανού, ευθύνεται σε μεγάλο βαθμό για τη νυκτερινή θερμική νησί-δα στις πόλεις.

## Ιδιότητες υλικών και συνθήκες άνεσης

Οι συνθήκες άνεσης των πεζών εξαρτώνται σημαντικά από τη θερμοκρασία και τη ροή του αέρα, την υγρασία, τις θερμοκρασίες των επιφανειών και το περιβάλλον ακτινοβολίας. Έχει παρατηρηθεί ότι οι ανακλαστικές επιφάνειες (με υψηλό albedo), παρόλο που διατηρούν χαμηλότερη θερμοκρασία, επιδρούν αρνητικά στη θερμική άνεση κατά τη διάρκεια της ημέρας με έντονη ηλιοφάνεια και υψηλή θερμοκρασία, καθώς προκαλούν υψηλές τιμές των θερμικών δεικτών (PMV, PET, SET), σε σχέση



1α



1β



2

με πιο απορροφητικές επιφάνειες. Αυτή η επίδραση μπορεί να αιτιολογηθεί από το υψηλό ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται και προσπίπτει στους πεζούς, αυξάνοντας τη δυσφορία. Αντίθετα, τις νυκτερινές ώρες, το καλοκαίρι, η υψηλή ανακλαστικότητα των δαπέδων έχει θετική επίδραση στις συνθήκες άνεσης των πεζών λόγω της χαμηλότερης επιφανειακής θερμοκρασίας.

Οι συμβατικές ανακλαστικές επιφάνειες, δηλαδή αυτές που έχουν ανοιχτές αποχρώσεις και ανακλούν την ακτινοβολία στο φάσμα του ορατού φωτός, όταν εφαρμόζονται σε μεγάλη έκταση, προκαλούν φαινόμενα θάμβωσης και περιορίζουν την οπτική άνεση των πεζών. Για την αποφυγή της θάμβωσης, παραδοσιακά εφαρμόζονταν τα ανοιχτόχρωμα υλικά δαπέδων σε συνδυασμό με αντίστοιχα σκουρόχρωμα, σε ψηφιδωτά ή πλακόστρωτα δάπεδα.

## Διαπερατότητα στο νερό και σημασία της υγρασίας του εδάφους

Οι ιδιότητες του φυσικού εδάφους που επηρεάζουν το αστικό μικρόκλιμα είναι η χαμηλή ανακλαστικότητα, που δεν επιβαρύνει τη θερμική άνεση των πεζών, και η υψηλή θερμοχωρητικότητα, που αμβλύνει την ημερήσια διακύμανση κυρίως της επιφανειακής θερμοκρασίας αλλά και της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Η σημαντικότερη ιδιότητα του φυσικού εδάφους που καθορίζει την ευεργετική του επίδραση στο αστικό περιβάλλον, την επιφανειακή του θερμοκρασία και τη θερμοκρασία αέρα, είναι το ποσοστό υγρασίας του. Επίσης η δυνατότητα εξάτμισης της υγρασίας του εδάφους είναι το βασικό πλεονέκτημα της εφαρμογής διαπερατών ή διάτρητων υλικών επίστρωσης και πορώδων επιφανειών στο αστικό περιβάλλον και αυτό που την κα-

θιστά μια από τις αποτελεσματικότερες επεμβάσεις βελτίωσης του μικροκλίματος. Το φυσικό έδαφος είναι δυνατό να διαμορφωθεί και ως βατό δάπεδο σε τμήματα του αστικού χώρου με σταθεροποιητικά πρόσμεικτα (πατημένο χώμα).

### Ηλιοπροστασία και ροή νερού

Η ηλιοπροστασία των υλικών με δέντρα ή στέγαστρα και η ροή νερού σε σιντριβάνια, πίδακες ή ψεκαστήρες μπορούν να λειτουργήσουν ως επικουρικές μέθοδοι βελτίωσης του μικροκλίματος. Η σκίαση περιορίζει αφενός την υπερθέρμανση των επιφανειών κατά τις ώρες ηλιοφάνειας, με αποτέλεσμα χαμηλές θερμοκρασίες σε όλη τη διάρκεια της ημέρας, αφεντέρου μειώνει την έκθεση των πεζών στην προσπίπτουσα και την ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία, βελτιώνοντας τις θερμικές συνθήκες άνεσης. Σημειώνεται ότι η επίδραση των δέντρων αποδίδεται κυρίως στη σκίαση από τα φυλλώματα (κατά 80%) αλλά και στην εξάτμιση μέσω της διαπνοής. Είναι όμως σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη ότι τα δέντρα και οι ηλιοπροστατευτικές διατάξεις κατά τις νυχτερινές ώρες εμποδίζουν την αποβολή της αποθηκευμένης θερμότητας προς τον ουρανό και γι' αυτό καλό είναι να επιλέγονται διάτρητα ή κινητά στοιχεία, όπου αυτό είναι δυνατόν. Η ροή νερού ψύχει τις επιφάνειες και τον αέρα μέσω της εξάτμισης, όμως πρέπει να σημειωθεί ότι η υπερβολική χρήση του εξατμιστικού δροσισμού των επιφανειών μπορεί να οδηγήσει σε υψηλά ποσοστά υγρασίας στην ατμόσφαιρα και να προκαλέσει δυσφορία. Γι' αυτό συνιστάται να συνδυάζεται με ικανοποιητικό αερισμό. Οι υδάτινες επιφάνειες, όπως οι δεξαμενές ή οι λίμνες, συνδυάζουν πολύ χαμηλή ανακλαστικότητα και χαμηλή επιφανειακή θερμοκρασία λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού, με ιδιαίτερα ευεργετική επίδραση στο μικρόκλιμα και στις συνθήκες άνεσης των πεζών.

### Συμπεριφορά διαφορετικών υλικών επίστρωσης δαπέδων σε υπαίθριους χώρους της Θεσσαλονίκης

Μετρήσεις μικροκλιματικών δεδομένων, που πραγματοποιήθηκαν σε θερινές συνθήκες σε υπαίθριους χώρους της Θεσσαλονίκης, φανερώνουν την επίδραση των υλικών των δαπέδων στη διαμόρφωση του μικροκλίματος και των συνθηκών άνεσης. Στις περιοχές που εξετάστηκαν (τρεις πλατείες, δύο μικρά πάρκα και υπαίθριοι χώροι στην Πολυτεχνική Σχολή του Α.Π.Θ.) περιλαμβάνονται διαφορετικά υλικά, όπως μάρμαρα διαφόρων αποχρώσεων, γρανιτοκυβόλιθοι, πωρόλιθοι, τσιμεντόπλακες, άσφαλτος, κεραμικά πλακίδια, οπτόπλινθοι, γαρμπιλομωσαϊκό, γρασιδί και επιφάνεια νερού. Τα δεδομένα που μετρήθηκαν ήταν οι επιφανειακές θερμοκρασίες των υλικών, η θερμοκρασία περιβάλλοντος και η σχετική υγρασία επάνω από τα διάφορα δάπεδα, η ταχύτητα ανέμου σε ένα κεντρικό σημείο του κάθε υπαίθριου χώρου, κα-

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ, ΕΚΠΕΜΠΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	
Υλικό	Ανακλαστικότητα
Άσφαλτος	0,05 - 0,2
Τοίχοι από σκουρόχρωμες οπτοπλίνθους ή σκουρόχρωμες πλάκες	0,20
Χώμα καλλιεργημένο	0,20
Άμμος	0,24
Φυλλοβόλα φυτά	0,20 - 0,30
Κόκκινο, καφέ ή πράσινο χρώμα	0,20 - 0,35
Σκυρόδεμα	0,30
Κόκκινη οπτόπλινθος	0,30
Χώμα	0,30
Τοίχοι από ασβεστόλιθο	0,30 - 0,45
Τοίχοι από ανοιχτόχρωμη οπτόπλινθο	0,30 - 0,5
Ξύλο (φρεσκοκομμένο)	0,40
Λευκά και υπόλευκα χρώματα	0,50 - 0,90
Λευκό μάρμαρο	0,55
Ανοιχτόχρωμη άμμος	0,40 - 0,60
Χαλίκι	0,72
Πράσινη χρωστική ουσία	0,73
Λευκό ασβεστοκονίαμα	0,75
Τοίχοι από υπόλευκη πέτρα	0,80
Χρώμα αλουμινίου	0,80
Λευκή χρωστική ουσία	0,85
Υλικό	Εκπεμπτικότητα
Χρώμα αλουμινίου	0,27 - 0,67
Πλακίδια σκυροδέματος	0,63
Άμμος	0,76
Άσφαλτος	0,85 - 0,93
Κεραμίδια	0,85
Πέτρωμα	0,87
Γκρι χρωστική ουσία	0,87
Μαύρο χρώμα σε αλουμίνιο	0,88
Οπτόπλινθος	0,90
Ξύλο	0,90
Σκυρόδεμα	0,94
Μάρμαρο	0,95
Λευκή χρωστική ουσία	0,96
Υλικό	Θερμοχωρητικότητα (kJ/(m <sup>3</sup> ·K))
Γυψοσανίδα	900
Ξύλο	800 - 1120
Πίσσα	1050 - 1100
Χώμα	1280
Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	1680
Ασβεστόλιθος μαλακός	1800
Σκυρόδεμα μέτριας πυκνότητας	1800 - 2200
Άσφαλτος	2100
Μάρμαρο, πέτρινες πλάκες	2800
Βασάλτης	3000
Νερό (10°C)	4190

Πηγές: Santamouris 2000, Cengel 2005, Asaeda κ.α 1996, ISO 10456, Asaeda & Ca 2000, T.O.T.E.E. 20701-2/2010.

θώς και η θερμοκρασία σφαίρας (globe temperature) για την εκτίμηση των συνθηκών άνεσης. Ακόμη λήφθηκαν στιγμιαίες τιμές προσπίπτουσας και ανακλώμενης ηλιακής ακτινοβολίας για την εκτίμηση της ανακλαστικότητας των υπό εξέταση υλικών.

Συνοπτικά, οι μετρήσεις έδειξαν διαφορές μέχρι και 13°C μεταξύ των επιφανειακών θερμοκρασιών διαφορετικών υλικών, που οφείλονται κυρίως σε διαφορές ανακλαστικότητας και στην παρουσία χαμηλής φύτευσης, και διαφορές άνω των 20°C

**Τα δέντρα και οι ηλιοπροστατευτικές διατάξεις κατά τις νυχτερινές ώρες εμποδίζουν την αποβολή της αποθηκευμένης θερμότητας προς τον ουρανό και γι' αυτό καλό είναι να επιλέγονται διάτρητα ή κινητά στοιχεία, όπου αυτό είναι δυνατόν.**

1  
Αποτελέσματα προσομοίωσης θερμοκρασίας περιβάλλοντος στην πλατεία Δικαστηρίων με το λογισμικό ENVI-met.

2  
Αποτελέσματα προσομοίωσης θερμοκρασίας περιβάλλοντος σε πάρκο της παραλιακής ζώνης με το λογισμικό ENVI-met.

3  
Θερμοκρασίες σφαίρας επάνω από τέσσερις διαφορετικές επιφάνειες στην πλατεία Δικαστηρίων (μετρήσεις από την 29η Ιουλίου 2007).

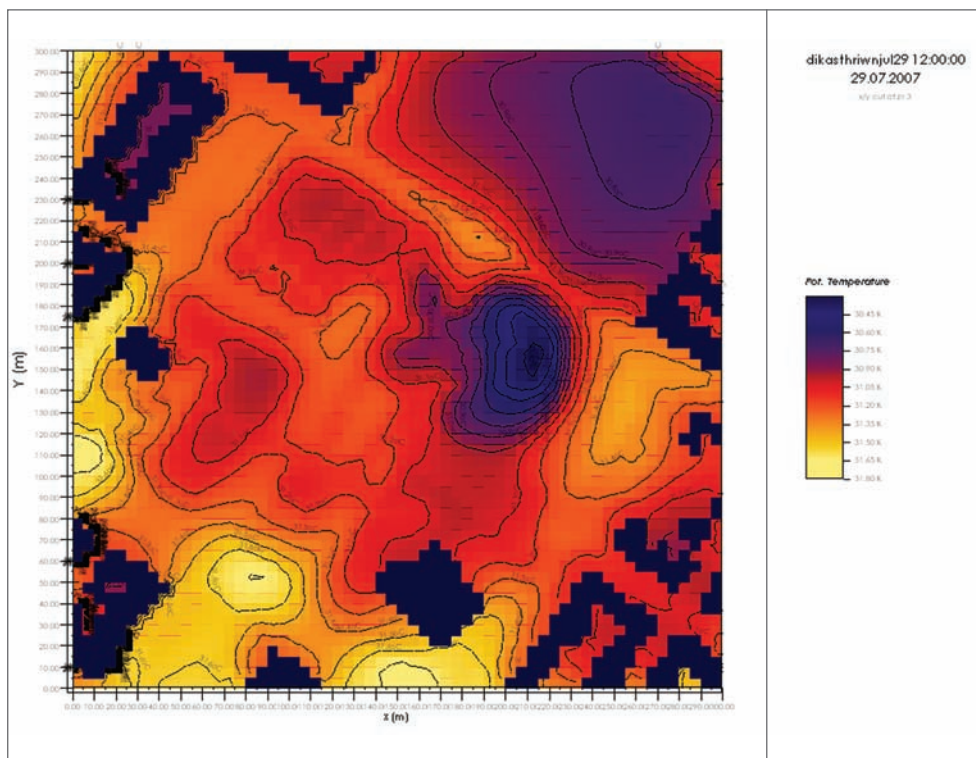
4  
Θερμοκρασίες περιβάλλοντος επάνω από τέσσερις διαφορετικές επιφάνειες στην πλατεία Δικαστηρίων (μετρήσεις από την 29η Ιουλίου 2007).

5  
Θερμοκρασίες επιφανειών τεσσάρων διαφορετικών υλικών σε πάρκο στην παραλιακή ζώνη (μετρήσεις από την 27η Ιουλίου 2007).

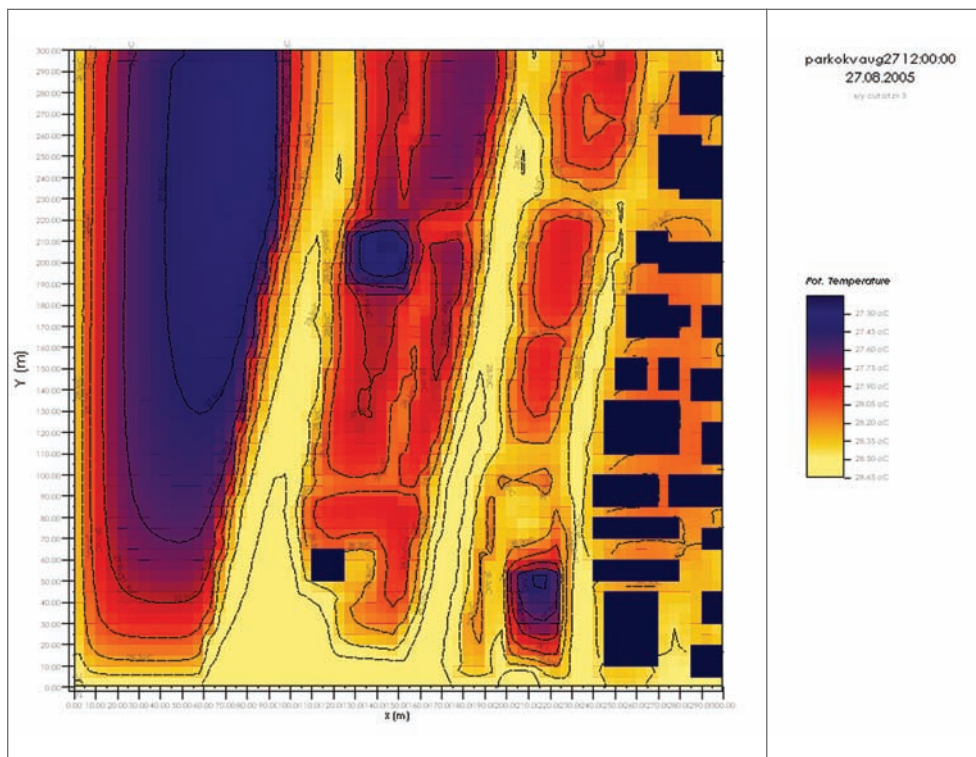
6  
Θερμοκρασίες επιφανειών δύο διαφορετικών υλικών στην είσοδο της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ. (μετρήσεις από την 3η Αυγούστου 2007).

7  
Θερμοκρασίες δύο διαφορετικών επιφανειών στην είσοδο της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ. (μετρήσεις από την 3η Αυγούστου 2007).

8  
Θερμοκρασίες σφαίρας επάνω από δύο διαφορετικές επιφάνειες στην είσοδο της Πολυτεχνικής Σχολής του Α.Π.Θ. (μετρήσεις από την 3η Αυγούστου 2007).



1

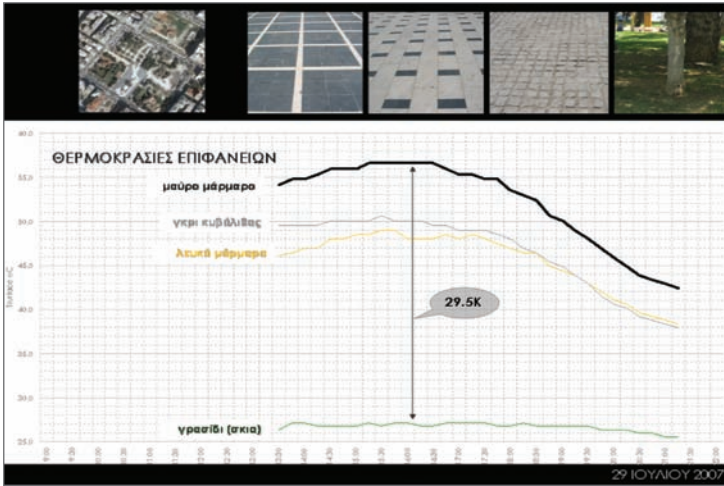


2

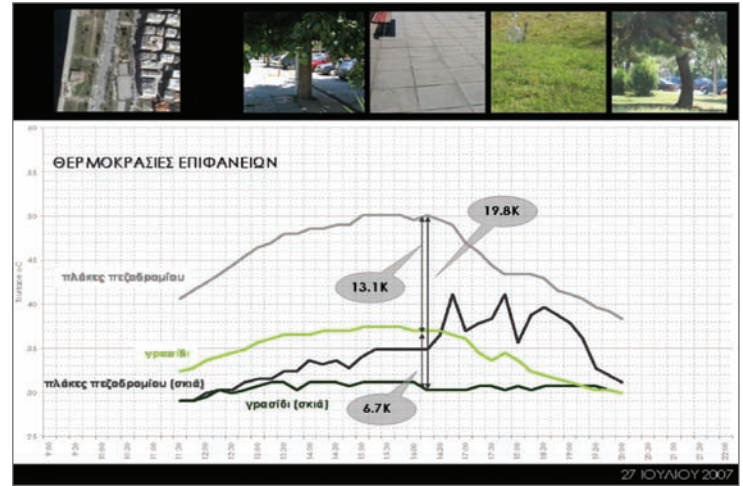
λόγω σκίασης. Επίσης καταγράφηκαν σημαντικές διαφορές της θερμοκρασίας σφαίρας, που αντιστοιχούν στις θερμικές συνθήκες που αντιλαμβάνεται ο πεζός. Ειδικότερα, μέχρι και 5°C μεταξύ περιοχών με ανοιχτόχρωμα και σκουρόχρωμα δάπεδα, και μέχρι 14°C μεταξύ περιοχών εκτεθειμένων στον ήλιο και σκιασμένων με δέντρα. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος ήταν παρόμοια επάνω από τις εκτεθειμένες επιφάνειες (με διαφορές μέχρι 0,5°C), όμως σε περιοχές με δενδροφύτευση και φυσικό έδαφος διαμορφώθηκαν "οάσεις"

με μέχρι και 2,5°C χαμηλότερη θερμοκρασία. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι, ενώ οι επιφάνειες με υψηλή ανακλαστικότητα ήταν μέχρι και 14,5% ψυχρότερες σε σύγκριση με σκούρες επιφάνειες, οι θερμοκρασίες σφαίρας ήταν μέχρι και 4,5% υψηλότερες, με αποτέλεσμα δυσμενέστερες συνθήκες θερμικής άνεσης. Αντίθετα, σε υλικά με χαμηλή ανακλαστικότητα αλλά μεγάλη θερμοχωρητικότητα σημειώθηκαν χαμηλές θερμοκρασίες επιφανειών και σφαίρας, σε σχέση με υλικά μικρότερης θερμοχωρητικότητας

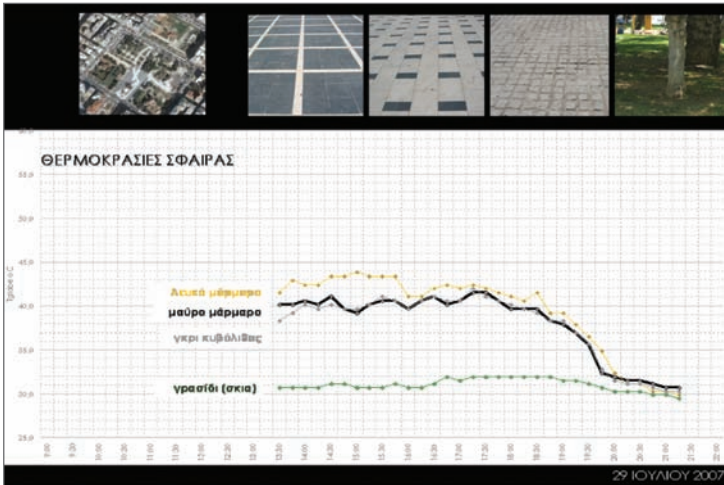
και παρόμοιας ανακλαστικότητας, όπως για παράδειγμα στο σκούρο μάρμαρο σε σύγκριση με την άσφαλτο. Επίσης οι επιφάνειες με γρασίδι ήταν μέχρι και 24% ψυχρότερες από τα σκληρά δάπεδα, με θερμοκρασία σφαίρας στο περιβάλλον τους μέχρι και 5% χαμηλότερη. Οι επιφάνειες υπό σκιά δέντρων ήταν άνω του 40% ψυχρότερες από τις αντίστοιχες εκτεθειμένες στον ήλιο επιφάνειες, με θερμοκρασία σφαίρας στο περιβάλλον τους μέχρι και 27% χαμηλότερη. Οι επιφάνειες με γρασίδι στη σκιά δέντρων ήταν μέ-



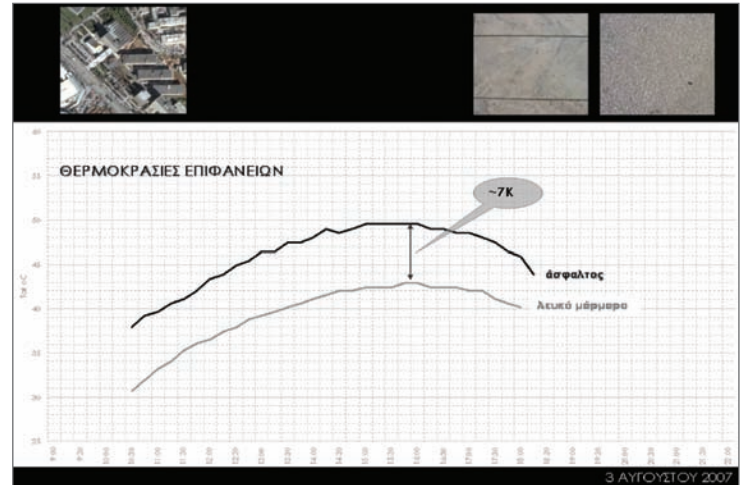
3



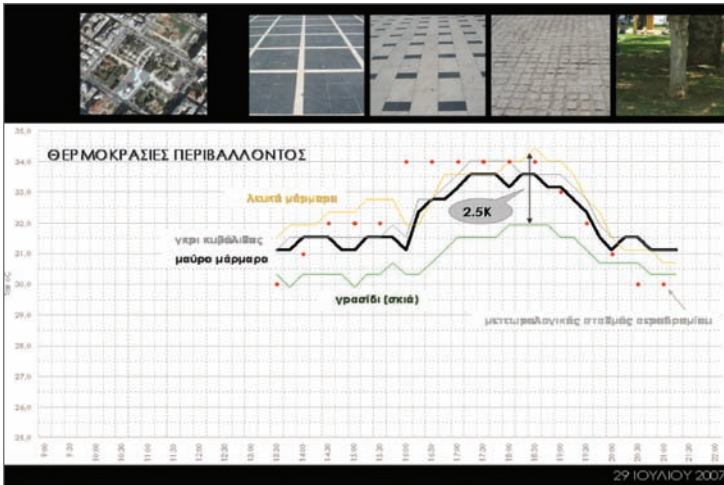
4



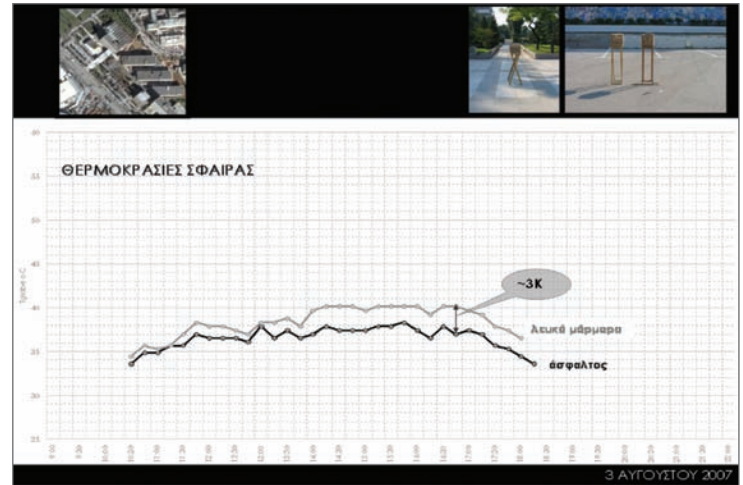
5



6



7



8

χρι και 50% ψυχρότερες σε σχέση με τα εκτεθειμένα σκληρά δάπεδα, με θερμοκρασίες σφαίρας μέχρι και 28% χαμηλότερες και θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι και 4% χαμηλότερη από τη θερμοκρασία επάνω από εκτεθειμένες σκληρές επιφάνειες. Ακόμη, μια επιφάνεια νερού εκτεθειμένη στον ήλιο ήταν 43% ψυχρότερη από την άσφαλτο, με μέση θερμοκρασία σφαίρας επάνω από το νερό μέχρι και 6,5% χαμηλότερη και θερμοκρασία αέρα 1% χαμηλότερη. Ψηφιακά μοντέλα των υπό μελέτη περιοχών χρη-

σιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό στοιχείων του μικροκλίματος με εξειδικευμένα λογισμικά προσομοίωσης. Από τα αποτελέσματα προέκυψαν αναλυτικά στοιχεία για ολόκληρους τους υπαίθριους χώρους και το περιβάλλον τους, τα οποία φανερώνουν σημαντική διαφοροποίηση του μικροκλίματος (θερμοκρασιών περιβάλλοντος και επιφανειών) εξαιτίας των υλικών και των φυτεύσεων.

### Προτάσεις

Η θερμική συμπεριφορά των δομικών υλικών

**Η τοποθέτηση ανακλαστικών υλικών σε εκτενή και εκτεθειμένα δάπεδα ανοικτών χώρων απαιτεί προσοχή, διότι μπορεί να πολλαπλασιάσει την ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στους πεζούς και να προκαλέσει δυσφορία.**

I (α, β, γ, δ)

Δάπεδα υπαίθριων χώρων:

α. πατημένο χώμα,

β. κυβόλιθοι,

γ. σκiasμός από δέντρα και

δ. σκiasμός από στέγαστρο.

στους αστικούς χώρους διαφοροποιείται στη διάρκεια της ημέρας ανάλογα με τις επιφανειακές και τις θερμοφυσικές τους ιδιότητες και στη διάρκεια του έτους ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες, ενώ εξαρτάται σημαντικά και από τη μορφολογία των γειτονικών κτιρίων. Εξαιτίας αυτής της διαφοροποίησης συνιστάται η επιλογή των υλικών να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την απόδοσή τους κατά τα κυριότερα χρονικά διαστήματα χρήσης του υπαίθριου χώρου (την ημέρα ή το βράδυ, το χειμώνα ή το καλοκαίρι), καθώς και την επίδραση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών στον ηλιασμό και σκiasμό των επιφανειών, τη θέαση του ουρανού και τη δυνατότητα αποβολής θερμότητας, τη ροή του ανέμου και την επάρκεια αερισμού.

Όσον αφορά στα ανακλαστικά υλικά, πρέπει να σημειωθεί ότι, ενώ έχουν αδιαμφισβήτητα θετική επίδραση όταν χρησιμοποιούνται σε δώματα, στέγες ή ακόμη και κατακόρυφες επιφάνειες κτιρίων, η τοποθέτησή τους σε εκτενή και εκτεθειμένα δάπεδα ανοικτών χώρων απαιτεί προσοχή, διότι μπορεί να πολλαπλασιάσει την ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στους πεζούς και να προκαλέσει δυσφορία. Η χρήση διαπερατών από το νερό υλικών και η διαμόρφωση βατών δαπέδων με φυσικό έδαφος (πατημένο χώμα, άμμο, χαλίκι) είναι ευεργετική για το αστικό μικρόκλιμα και τις συνθήκες άνεσης των πεζών στις περισσότερες, αν όχι σε όλες, τις περιπτώσεις ανοικτών χώρων. Η εκμετάλλευση της υγρασίας του εδάφους και της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του χώματος επιτρέπει τοπική βελτίωση στο μικρόκλιμα μεμονωμένων χώρων, ενώ η δυνατότητα απορρόφησης νερού από το έδαφος είναι ευεργετική για το σύνολο του αστικού περιβάλλοντος. Σε κάθε περίπτωση, ο συνδυασμός των κατάλληλων υλικών με συστήματα σκίασης ή ροής νερού μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητά τους στη βελτίωση των θερμικών συνθηκών.

Η διαμόρφωση ποικίλων θερμικών συνθηκών στο αστικό περιβάλλον μέσω των υλικών και άλλων στοιχείων, ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες και οι απαιτήσεις διαφορετικών ανθρώπων, σε διαφορετικές ώρες της ημέρας και διαφορετικές εποχές του έτους, είναι ένας από τους καταλληλότερους τρόπους ενίσχυσης της χρήσης των υπαίθριων χώρων στις πόλεις. ■

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Akbari, H., S. Menon και A. Rosenfeld, **Global cooling: Effect of urban albedo on global temperature**, 2<sup>nd</sup> PALENCO Conference and 28<sup>th</sup> AIVC Conference on Building



1α



1γ



1β



1δ

Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21<sup>st</sup> Century, September 2007, Crete, Greece.

- Akbari, H., M. Pomerantz και H. Taha, **Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas**, Solar Energy Journal, 2001, vol. 70, no 3, pp 295-310, Elsevier Science Limited.
- Asaeda, T. και V.T. Ca, **Characteristics of permeable pavement during hot summer weather and impact on the thermal environment**, Building and Environment, 2000, vol. 35, pp 363-375.
- Asaeda, T., V.T. Ca και A. Wake, **Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere**, Atmospheric Environment, 1996, vol. 30, no 3, pp 413-427.
- Cengel Y.A., **Μεταφορά θερμότητας. Μια πρακτική προσέγγιση**, εκδόσεις Τζόλα, μεταφ. Τσιακάρας Π.Ε., 2005.
- Chatzidimitriou, A., N. Chrissomalidou και S. Yannas, **Ground surface materials and microclimates in urban open spaces**, 23<sup>rd</sup> PLEA Conference, Geneva Switzerland, September 2006.
- Doulos L., M. Santamouris, I. Livada, **Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials**, Solar Energy, 2004, vol. 77, no 2, pp 231-249.
- ISO 10456: 2007 (E), **Building materials and products - Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values**, third edition 2007-12-15.
- Oke, T.R., **Boundary layer climates**, second ed. Methuen & Co, London, 1987.
- Santamouris M., **Appropriate material for the urban environment. Energy and climate in the urban environment**, Ed. M. Santamouris. James & James (Science) Publishers Ltd, 2000, London, pp 160-182.

- Yannas, S., **Toward more sustainable cities**, Solar Energy Journal, 2001, vol. 70, no 3, pp 281-294, Elsevier Science Publishers, Oxford.
- Χατζηδημητρίου Α., Αξαρλή Κ. και Γιάννας Σ., **Επίδραση των υλικών επίστρωσης των υπαίθριων χώρων στη διαμόρφωση του μικροκλίματος**, 1ο πανελλήνιο συνέδριο δομικών υλικών και στοιχείων, Αθήνα, Μάιος 2008.

## ΣΧΕΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΙ ΣΤΑ ΤΕΥΧΗ "ΚΤΙΡΙΟ"

- Τα ψυχρά υλικά & ο ρόλος τους στο δομημένο περιβάλλον. Τεύχος 10/2011, σελ. 83.
- Υδατοδιαπερατοί τάπητες και δάπεδα. Τύποι και εφαρμογές. Τεύχος 10/2010, σελ. 101.
- Εξωτερικά ξύλινα δάπεδα. Τεύχος 3/2009, σελ. 79.
- Εξωτερικά δάπεδα με τούβλα. Τεύχος 5/2008, σελ. 65.
- Αφιέρωμα: Επιστρώσεις υπαίθριων χώρων. Τεύχος 177, σελ. 71.

## ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΒΡΕΙΤΕ ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ Υ - ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ 2012 Επιλογές δομικών υλικών

ή επισκεφθείτε το [www.ktirio.gr](http://www.ktirio.gr)