



Η ΕΝΤΑΞΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΣΤΟΥΣ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΩΝ ΠΟΛΕΩΝ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΔΡΑΣΤΙΚΑ ΤΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑ ΣΥΝΕΠΕΙΑ ΟΦΕΙΛΕΙ ΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΠΡΟΣΕΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ. ΟΤΑΝ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΥΤΑ ΟΡΓΑΝΩΝΟΝΤΑΙ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΤΕ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΣΥΜΒΑΛΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ, ΙΔΙΑΙΤΕΡΑ ΣΤΑ ΕΠΙΒΑΡΥΜΕΝΑ ΑΣΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ.

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΠΑΙΘΡΙΩΝ ΧΩΡΩΝ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ

Άρθρο των:

ΦΛΩΡΑΣ-ΜΑΡΙΑΣ ΜΠΟΥΓΙΑΤΩΤΗ,
δρ. αρχιτέκτονα μηχαν., επίκουρης καθηγήτριας,
Σχολής Αρχιτεκτόνων Ε.Μ.Π.
και ΑΙΝΕΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ, δρ. αρχιτέκτονα μηχαν.

Τα κέντρα των σύγχρονων πόλεων ενσωματώνουν ποικίλες και πολυάριθμες λειτουργίες, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα οι επικρατούσες κλιματικές συνθήκες να είναι διαφορετικές από εκείνες των προαστίων και της γύρω υπαίθρου. Η ύπαρξη υψηλότερων θερμοκρασιών στα κέντρα των πόλεων σε σχέση με τις γύρω περιοχές τους συ-

νιστά το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας (urban heat island), το οποίο σε χώρες με θερμό, μεσογειακό κλίμα, όπως είναι η Ελλάδα, επεκτείνει και εντείνει την περίοδο δροσισμού, με παράλληλες αρνητικές συνέπειες τόσο για το περιβάλλον (αύξηση κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για ψύξη, αύξηση των φορτίων αιχμής,



Πίδακες ενσωματωμένοι στο δάπεδο στο Parc André Citroën στο Παρίσι. Το νερό που διατηρείται δροσερό, καθώς διατηρείται υπόγεια, αποστραγγίζεται στη βάση του πίδακα.

απόρριψη θερμότητας από τα κλιματιστικά στους υπαίθριους χώρους), όσο και για τους ανθρώπους (επιδείνωση συνθηκών θερμικής άνεσης και εντέλει της ποιότητας ζωής).

Τρόποι βελτίωσης του αστικού μικροκλίματος

Οι τρόποι βελτίωσης του αστικού μικροκλίματος προκύπτουν ουσιαστικά ως απαντήσεις στις παραμέτρους που το επηρεάζουν και το επιδεινώνουν, οι οποίες, όπως καταγράφονται από πολλούς ερευνητές, είναι:

- η αυξημένη επανεκπομπή της θερμικής ακτινοβολίας από τον ουρανό,
- η μειωμένη κυκλοφορία του αέρα στον αστικό ιστό,
- η ανθρωπογενής θερμότητα,
- τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των αστικών δρόμων,
- η μειωμένη εξάτμιση και διαπνοή και
- τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων.

Από αυτές τις παραμέτρους, οι τρεις τελευταίες σχετίζονται άμεσα με το βιοκλιματικό σχεδιασμό αστικών υπαίθριων χώρων, στον

οποίο σημαντικό ρόλο μπορούν να παίξουν τα στοιχεία νερού και πρασίνου, τα οποία, παρόλο που δεν εντάσσονται στις κατηγορίες των "τυπικών" οικοδομικών υλικών, αποτελούν κατεξοχήν υλικά διαμόρφωσης των οριζόντιων επιφανειών των πόλεων (υπαίθριοι χώροι και δώματα κτιρίων), καθώς και των κατακόρυφων επιφανειών των κτιρίων κατά τα τελευταία χρόνια.

Η συμβολή του νερού

Το νερό επηρεάζει τις συνθήκες που επικρατούν στους αστικούς υπαίθριους χώρους, κυρίως μέσω της εξάτμισης, δηλαδή της φυσικής διαδικασίας, κατά την οποία ένα υγρό αλλάζει φάση και μετατρέπεται σε υδρατμούς ή σε αέριο, προκαλώντας μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και ταυτόχρονη αύξηση της σχετικής υγρασίας του. Ο δροσισμός με εξάτμιση (evaporative cooling) είναι μία διαδικασία που χρησιμοποιείται στις περιοχές με ζεστό και ξηρό κλίμα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες με στόχο τη βελτίωση του μικροκλίματος τόσο στο εσωτερικό των κτιρίων, όσο και σε υπαίθριους χώρους. Πρόκειται για μια διαδικασία που χρησιμοποιείται από πολύ παλαιά στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Βόρειας Αφρικής και της

Μέσης Ανατολής. Δεξαμενές νερού, σιντριβάνια, malqaf (ανεμόπυργοι σε συνδυασμό με στοιχεία νερού, όπως πήλινα δοχεία με νερό) και selsebil (επιφάνειες από μάρμαρο με ροή νερού) είναι στοιχεία που είναι πολύ κοινά στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική αυτών των περιοχών. Η αποτελεσματικότητα του δροσισμού με εξάτμιση συνδέεται στενά με τις μικροκλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε έναν υπαίθριο χώρο, δηλαδή με τη θερμοκρασία του αέρα και τη σχετική υγρασία του.

Η συμβολή του πρασίνου

Τα στοιχεία πρασίνου επηρεάζουν σημαντικά τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν στα κέντρα των πόλεων, καθώς συμβάλλουν μεταξύ άλλων:

- στην αποφυγή φαινομένων υπερθέρμανσης και θάμβωσης μέσω της σκίασης,
- στη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας μέσω των λειτουργιών της εξάτμισης και της διαπνοής,
- στη βελτίωση της κίνησης και της ποιότητας του αέρα μέσω της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης,
- στη μείωση της ηχορύπανσης,
- στην αύξηση της υδατοπερατότητας του



Δεντροστοιχία στη Νέα Παραλία Θεσσαλονίκης, η οποία προσφέρει σκίαση στον άξονα κίνησης.

- εδάφους και στην αύξηση της βιοποικιλότητας.

Στοιχεία νερού στους υπαίθριους χώρους της πόλης

Οριζόντιες επιφάνειες νερού

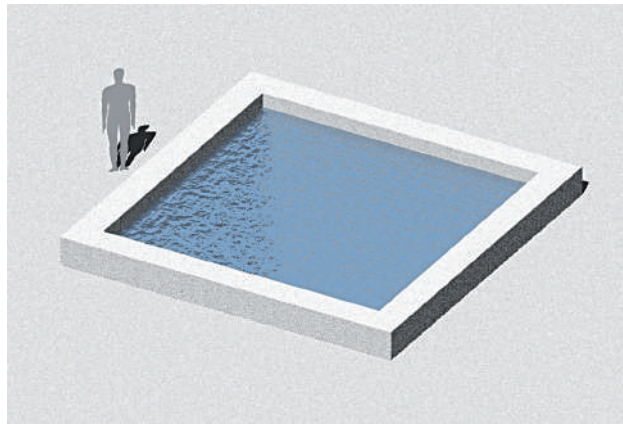
Ο πιο κοινός και συχνός τρόπος ενσωμάτωσης του νερού στους υπαίθριους χώρους των πόλεων είναι αυτός με τη μορφή των οριζόντιων επιφανειών νερού με ή χωρίς πίδακες. Ακόμη και αν αυτά τα στοιχεία έχουν αισθητική αξία, η βιοκλιματική τους λειτουργία είναι ελαχιστοποιημένη, επειδή οι περισσότερες επιφάνειες νερού δεν είναι σκιασμένες κατά τις μεσημεριανές ώρες του καλοκαιριού και οι πίδακες, που δημιουργούν μία διαρκή κίνηση του νερού και δροσισμό του περιβάλλοντος αέρα από τα σταγονίδια είναι ανενεργοί.

Εκτός από τα υφιστάμενα σιντριβάνια, το υγρό στοιχείο μπορεί να ενσωματωθεί στις αστικές πλατείες με τη μορφή καναλιών και μικρών υδατοπτώσεων. Η συνεχής κίνηση του νερού σ' αυτές τις επιφάνειες βελτιώνει σημαντικά την ψυκτική τους συμπεριφορά και αποτρέπει την υπερθέρμανση του νερού από την ηλιακή ακτινοβολία.

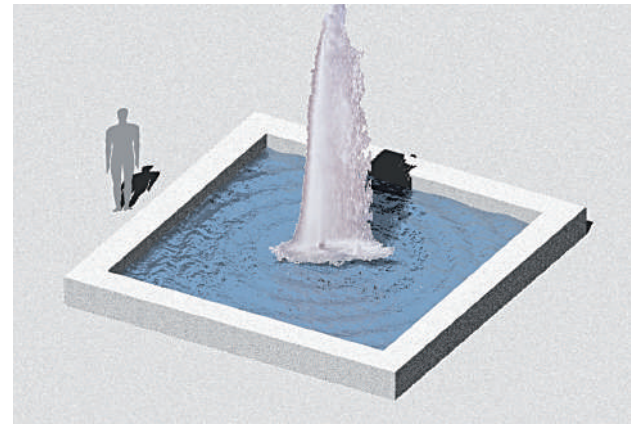


Τα σιντριβάνια είναι ένας από τους πιο διαδεδομένους τρόπους ενσωμάτωσης νερού στους υπαίθριους χώρους.

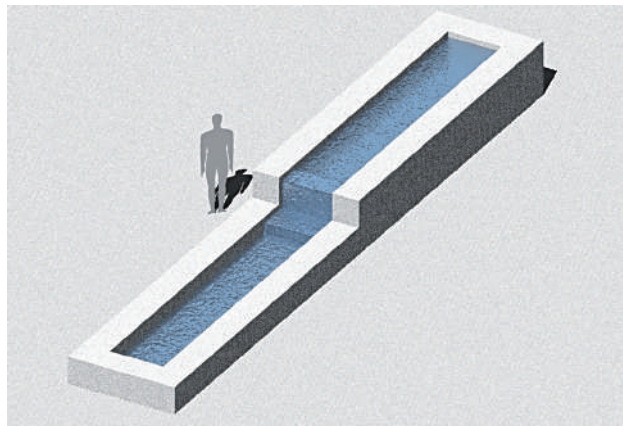
Σχηματική απεικόνιση των διαφορετικών δυνατοτήτων ενσωμάτωσης στοιχείων νερού στους υπαίθριους χώρους [πηγή: Οικονομου, 2005].



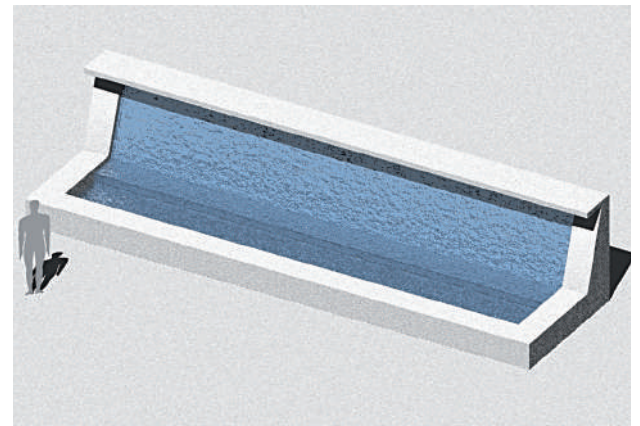
Οριζόντια επιφάνεια νερού.



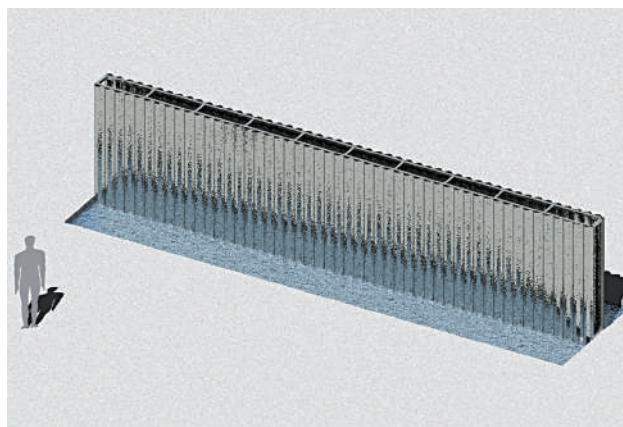
Οριζόντια επιφάνεια νερού με πίδακα.



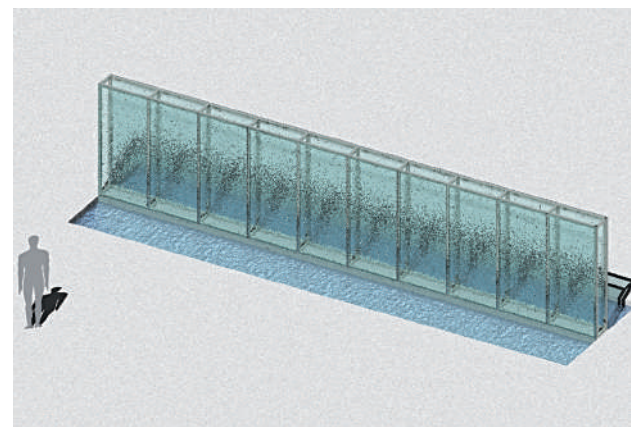
Οριζόντια επιφάνεια νερού σε μορφή καναλιού.



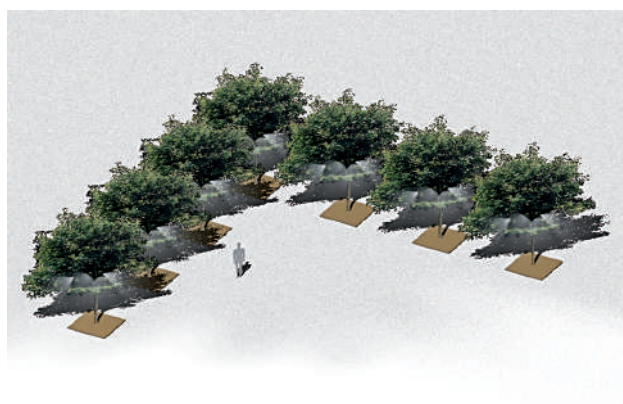
Κατακόρυφη επιφάνεια νερού.



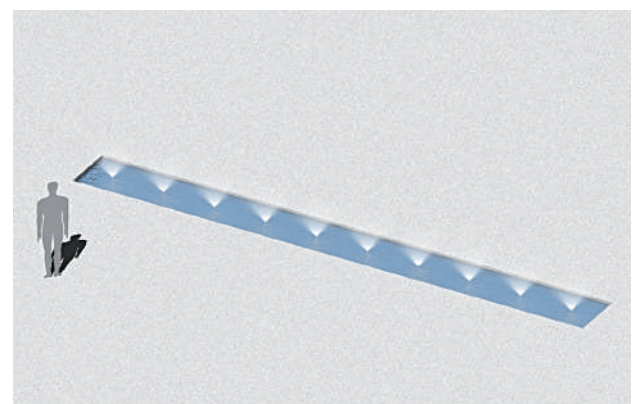
Κατακόρυφη επιφάνεια νερού σε μέταλλο.



Κατακόρυφη επιφάνεια νερού σε γυαλί.



Μικροψεκαστήρες σε φύλλωμα δέντρων.



Πίδακες ενσωματωμένοι στο δάπεδο.



Σύστημα τεχνητής ομίχλης στο δάπεδο της Floodable Square - Miroir d' Eau, Bordeaux, Γαλλία (JML Arquitectura del Agua, 2006).

Πίδακες ενσωματωμένοι στο δάπεδο

Τα τελευταία χρόνια πληθαίνουν τα παραδείγματα αστικών πλατειών, στο δάπεδο των οποίων ενσωματώνονται πίδακες. Το πιο θετικό βιοκλιματικό χαρακτηριστικό αυτής της επέμβασης είναι το γεγονός ότι το νερό παραμένει υπόγειο και διατηρείται σε σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, ενώ η διαβροχή των δαπέδων συμβάλλει στη διατήρηση των επιφανειακών θερμοκρασιών των υλικών σε χαμηλά επίπεδα. Το νερό που εκτοξεύεται από τους πίδακες είτε ρέει στην επιφάνεια του δαπέδου και μειώνει τις επιφανειακές θερμοκρασίες, είτε αποστραγγίζεται μέσω μιας μεταλλικής σχάρας στη βάση του πίδακα. Το πορώδες και η υδατοπερατότητα των υλικών του έχουν σημαντική επίδραση στην αποτελεσματικότητα της διαβροχής ως προς τη μείωση των επιφανειακών θερμοκρασιών, αλλά και στη διατήρησή τους σε χαμηλά επίπεδα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

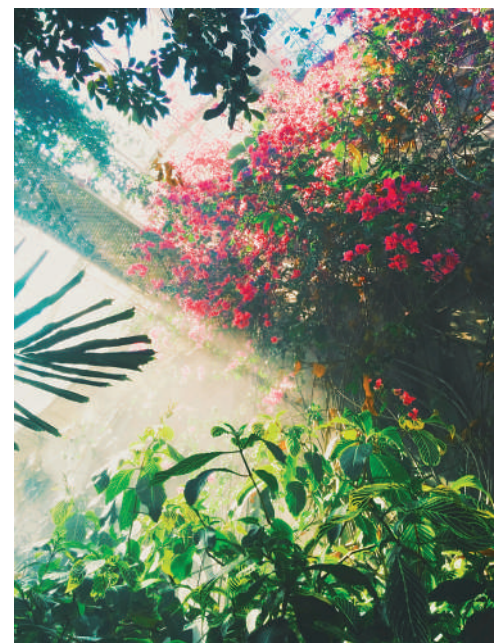
Κατακόρυφες επιφάνειες νερού

Οι κατακόρυφες επιφάνειες νερού είναι τοίχοι κατασκευασμένοι από οπλισμένο σκυρόδεμα, μέταλλο ή γυαλί που είτε ψεκάζονται με νερό,

είτε έχουν ένα λεπτό στρώμα νερού, που ρέει στην επιφάνειά τους. Η συνεχής ροή του νερού διατηρεί τις επιφανειακές θερμοκρασίες των κατακόρυφων στοιχείων σε χαμηλά επίπεδα και προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας του αέρα με ταυτόχρονη δημιουργία ενός καθοδικού ρεύματος ψυχρού αέρα, το οποίο βελτιώνει τις συνθήκες θερμικής άνεσης στους παρακείμενους αστικούς χώρους.

Δημιουργία τεχνητής ομίχλης

Τα συστήματα δημιουργίας τεχνητής ομίχλης με παροχή υψηλής πίεσης λειτουργούν με τη χρήση συστημάτων, τα οποία δημιουργούν εξαιρετικά μικρά σταγονίδια νερού με τη χρήση πίεσης, υψηλής ταχύτητας αέρα ή περιστροφής (micronisers). Τα σταγονίδια εξατμίζονται, όταν έρχονται σε επαφή με το θερμό αέρα του περιβάλλοντος, ο οποίος γίνεται δροσερότερος και βαρύτερος. Αυτά τα συστήματα μπορούν είτε να τοποθετηθούν στο έδαφος είτε να βρίσκονται σε κάποιο ύψος αυτόνομα ή σε ζώνες. Για να επιτευχθεί το μέγιστο ψυκτικό αποτέλεσμα, οι μικροψεκαστήρες πρέπει να τοποθετούνται γραμμικά και κάθετα στη διεύθυνση των επικρατούντων



Το σύστημα τεχνητής ομίχλης στο φύλλωμα των φυτών ενισχύει το δροσισμό που προσφέρει η βλάστηση.



Κατακόρυφος τοίχος νερού από γυαλί.



Οι κατακόρυφοι τοίχοι νερού μπορούν να είναι κατασκευασμένοι από οπλισμένο σκυρόδεμα, μέταλλο, γυαλί κ.ά.

ανέμων. Η τεχνητή ομίχλη μεταφέρεται, ακόμη και με πολύ ασθενείς ανέμους, δημιουργώντας έτσι δροσερές περιοχές μέσα στους υπαίθριους χώρους, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση των επιφανειακών θερμοκρασιών των υλικών σε έναν υπαίθριο χώρο, καθώς το νερό που ψεκάζεται απορροφάει θερμότητα από τα υλικά κατά την εξάτμισή του.

Μικροψεκαστήρες στο φύλλωμα των δέντρων

Η ένταξη συστημάτων με μικροψεκαστήρες (micronisers) στο φύλλωμα δέντρων ή σε πέργκολες με αναρριχητικά φυτά βελτιώνει το δροσισμό που παρέχει η βλάστηση, μειώνοντας περαιτέρω τη θερμοκρασία του αέρα και δημιουργώντας ένα καθοδικό ρεύμα ψυχρού αέρα. Ο προσεκτικός σχεδιασμός και η επιλογή του συστήματος μπορεί να διασφαλίσει την πλήρη εξάτμιση των σταγονιδίων. Κατ' αυτόν τον τρόπο, υπάρχει δυνατότητα αποτελεσματικού δρο-

σισμού σκιασμένων διαδρομών όχι μόνο σε υπαίθριους χώρους, αλλά και σε αστικούς δρόμους των μεσογειακών πόλεων.

Πύργοι καθοδικού ρεύματος

Οι πύργοι καθοδικού ρεύματος είναι κατασκευές, στις οποίες ο αέρας που εισάγεται από το άνω μέρος, διέρχεται από "φίλτρα" νερού, όπως σταγονίδια νερού, βρεγμένες επιφάνειες κυτταρίνης ή βρεγμένες κεραμικές επιφάνειες, με στόχο το δροσισμό του με εξάτμιση. Η εξάτμιση του νερού στο ανώτερο μέρος δημιουργεί μία σημαντική πύση θερμοκρασίας (10 - 15°C) και προκαλεί ένα καθοδικό ρεύμα ψυχρού αέρα.

Στοιχεία πρασίνου στους υπαίθριους χώρους της πόλης

Ως μέσο σκίασης (δέντρα και διατάξεις με αναρριχητικά φυτά)

Η σημαντικότερη συμβολή του πρασίνου στους υπαίθριους χώρους της πόλης είναι η



Η εφαρμογή υδατοδιαπερατών υλικών, όπως κυβόλιθων, πατημένου χώματος, χαλικιών κτλ., ενισχύει το δροσισμό, επιτρέποντας την εξάτμιση των υδάτων κατά τις θερμές περιόδους.

προστασία των οριζόντιων επιφανειών από την ηλιακή ακτινοβολία. Η επίδραση της σκίασης είναι πολύ εμφανέστερη στην περίπτωση των σκουρόχρωμων υλικών (π.χ. ασφάλτο, σκουρόχρωμη πέτρα κτλ.). Οι διαφορές ανάμεσα στις επιφανειακές θερμοκρασίες εκτεθειμένων και σκιασμένων σκουρόχρωμων υλικών είναι πολύ μεγάλες, ενώ σε σύγκριση με τις μέσες θερμοκρασίες του αέρα, οι μέσες επιφανειακές θερμοκρασίες των σκιασμένων υλικών είναι σχεδόν πάντα ίσες ή και χαμηλότερες.

Ως μέσο διαμόρφωσης επιφανειών (θάμνοι, πόες, αναρριχητικά φυτά)

Τα φυτά που χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση επιφανειών δεν υπερθερμαίνονται, καθώς χρησιμοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία για τις διάφορες βιολογικές λειτουργίες τους, όπως τη διαπνοή. Το είδος και η άρδευση των φυτικών καλύψεων επηρεάζει τις επιφανειακές θερμοκρασίες τους, ωστόσο, σε κάθε περίπτωση, οι επιφανειακές θερμοκρασίες τους είναι –ακόμη και στην περίπτωση του

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ

| Κριτήρια | Νερό | Πράσινο |
|----------------|---|---|
| Κλιματικά | Θερμοκρασία, σχετική υγρασία και συνδυασμός τους, | Θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, ηλιακή ακτινοβολία. |
| Αισθητικά | Είδος, μορφή, κλίμακα, λειτουργία ως φυσικό όριο, ήχος, αντανάκλασεις, διαφάνεια. | Είδος (σειθαλή / φυλλοβόλα), μορφή (ύψος, διάμετρος κόμης κτλ.). |
| Κατασκευαστικά | Υλικά, κατασκευαστικές λεπτομέρειες, | Διαθέσιμος χώρος, |
| Βιοκλιματικά | Συνδυασμός με διατάξεις σκίασης και στοιχεία βλάστησης. | Ανάγκες άρδευσης (ξηροφυτικά / υδροφιλά), σχέση με επικρατούντες ανέμους. |
| Περιβαλλοντικά | Διαθεσιμότητα νερού, ειδικά στην Ελλάδα, ανακύκλωση νερού, δυνατότητα χρήση όμβριου, μη πόσιμου ή επεξεργασμένου νερού. | |



Σήμερα όλο και περισσότερο το πράσινο επενδύει όχι μόνο οριζόντιες αλλά και κατακόρυφες επιφάνειες. Η πρόσοψη του Μουσείου Quai Branly στο Παρίσι.

ξηρού γρασιδιού— πολύ χαμηλότερες από τις αντίστοιχες θερμοκρασίες των σκουρόχρωμων, τεχνητών υλικών, που διαμορφώνουν την πλειονότητα των αστικών επιφανειών.

Συμπεράσματα

Ως στοιχεία σχεδιασμού, το νερό και το πράσινο αποτελούν "δομικά στοιχεία" για τη διαμόρφωση των υπαίθριων χώρων. Κατά συνέπεια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυσικά όρια, για να καθορίσουν πορείες, να απομονώσουν συγκεκριμένες περιοχές κτλ. Γενικά, αυτά τα στοιχεία πρέπει να οργανώνονται και να σχεδιάζονται με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, έτσι ώστε να συμβάλλουν στη βελτίωση του μικροκλίματος. Σε έναν αστικό υπαίθριο χώρο, ο συνδυασμός περισσότερων από ένα συστημάτων δροσισμού με εξάτμιση μπορεί να δημιουργήσει διαφορετικά αισθητικά αποτελέσματα και να βελτιώσει την ψυκτική τους απόδοση. Για παράδειγμα, ο σχεδιασμός ψυχρών ζωνών με συστήματα παραγωγής τεχνητής ομίχλης μπορεί να συνδυαστεί με περιοχές πρασίνου, πίδακες και υδατοπερατά δάπεδα.

Τέλος, το νερό στους αστικούς χώρους συναντάται και με έναν άλλο τρόπο, μέσω του κύκλου του νερού και της διατάραξής του. Αυτό το πρόβλημα εντάσσεται στην περιβαλλοντική επίδραση των υλικών και σχετίζεται άμεσα τόσο με τα ίδια τα υλικά, όσο και με τον τρόπο τοποθέτησής τους. Η αδυναμία διείσδυσης των νερών της βροχής στο έδαφος επηρεάζει το αστικό μικρόκλιμα μέσω της μείωσης της υγρασίας του αέρα. Η ένταξη στοιχείων νερού και πρασίνου στους αστικούς υπαίθριους χώρους και κυρίως ο συνδυασμός τους με την εφαρμογή υδατοπερατών υλικών ("μαλακά" γαιώδη υλικά, όπως το χώμα, τα χαλίκια, η άμμος) ή υλικών τοποθετημένων σε υδατοπερατό υπόστρωμα άμμου, χώματος ή χαλικιών, χωρίς τη διαμόρφωση αρμών από κονίαμα (πλακών ή κυβόλιθων), ενισχύει το δροσισμό με εξάτμιση κατά τη διάρκεια της θερμής, θερινής περιόδου, ενώ ταυτόχρονα μειώνει τις αρνητικές επιπτώσεις των βροχοπτώσεων, καθώς τα όμβρια διοχετεύονται με χρονική υστέρηση στο δίκτυο απορροής, μειώνοντας το φορτίο του και κατά συνέπεια, τις πιθανότητες κορεσμού και αστοχίας του, δηλαδή τη δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alvarez S., et al., (Eds.), **Architecture and urban space. Proceedings of the ninth international PLEA Conference**, Seville, Spain, Dordrecht / Boston / London, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- Akbari Hashem, et al., eds., **Cooling our communities. A guidebook on tree planting and light-colored surfacing**, Washington: U.S. Environmental Protection Agency, 1992.
- Bougiatioti Flora, **The effect of water-sprinkling on the surface temperatures of the materials used on the "skin" of Greek cities**, από: M. Santamouris (ed.), 1st Int. Conf. Passive and low energy cooling for the built environment. Palenc, volume II, Athens: Heliotopos Conferences Ltd, pp. 749-754, 2005.
- Bougiatioti F., Evangelinos, E., Poulakos, G., & Zacharopoulos, E., **The summer thermal behaviour of "skin" materials for vertical surfaces in Athens, Greece as a decisive parameter for their selection**, J. Solar Energy, 83:4, pp. 582-598, 2009.
- Givoni, B., **Passive and low energy cooling of buildings**, Van Nostrand Reinhold, New York, 1994.
- Οικονομου, Aineias, **Bioclimatic design of water elements in mediterranean cities**. από: Babalis, Dimitra (ed.), Ecopolis: Sustainable Planning and Design Principles, pp. 125-132, 2005.
- Οικονόμου, Αινείας, **Χρήση συστημάτων δροσισμού με εξάτμιση και με ακτινοβολία για τη βελτίωση του μικροκλίματος σε υπαίθριους χώρους και σε κτίρια**, από: Μαρνελάκης, Γ. (επιμ.), Έρευνα στην αρχιτεκτονική. Σχεδιασμός - χώρος - πολιτισμός, εκδόσεις Αλεξάνδρεια, Αθήνα, σελ. 390-405, 2007.
- Σανταμούρης, Μ., κ.ά., **Οικολογική δόμηση**, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, 2000.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- **Έξυπνες & βιώσιμες πόλεις μέσα από τα πρότυπα του σήμερα**. Τεύχος 6/2019, σελ.57.
- **Βιοφιλικός σχεδιασμός. Οικολογική αρχιτεκτονική, κτίριο και φυσικό περιβάλλον**. Τεύχος 8/2018, σελ.85.
- **Τα ψυχρά υλικά και ο ρόλος τους στο δομημένο περιβάλλον**. Τεύχος 10/2011, σελ.83.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

- στον **"ΟΔΗΓΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 2020"** και
- στην ιστοσελίδα www.ktirio.gr