



Soul Garden House, Spacefiction Studio, ©Monika Sathie Photography

ΠΑΘΗΤΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Η ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ ΚΑΙ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥΣ ΕΞΕΛΙΞΗ

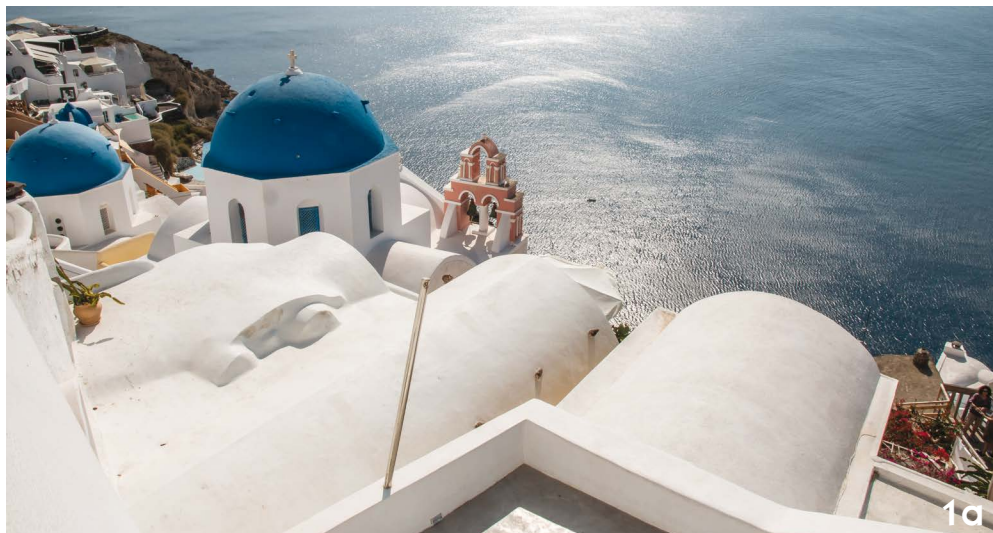
Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική κάθε τόπου βασίζεται στη συσσωρευμένη εμπειρία και πρακτική πολλών αιώνων και μπορεί να αποτελέσει συνεχή πηγή γνώσης. Η χρήση τοπικών υλικών στην κατασκευή των κτιρίων, ο εναρμονισμός με το άμεσο φυσικό περιβάλλον και τις τοπικές κλιματικές συνθήκες είναι ορισμένοι από τους βασικούς καθοριστικούς παράγοντες του ιδιαίτερου αρχιτεκτονικού χαρακτήρα μιας περιοχής. Με βάση αυτήν την παραδοχή, σ' αυτό το άρθρο το θέμα του φυσικού και παθητικού δροσίσμου προσεγγίζεται μέσα από το δίπολο της παράδοσης και των παραδοσιακών τεχνικών και της σύγχρονης τεχνολογίας.

Η θερμή θερινή περίοδος

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός στοχεύει στην εκμετάλλευση των διαφορετικών στοιχείων του κλίματος, με στόχο την εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, δροσίση και φωτισμό, καθώς και την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων, αλλά και στους υπαίθριους χώρους.

Τα βασικά στοιχεία του κλίματος, που είναι λίγο ή πολύ κοινά κατά τη θερμή περίοδο, είναι κυρίως οι υψηλές θερμοκρασίες του αέρα και η αυξημένη

Άρθρο των:
ΦΛΩΡΑΣ - ΜΑΡΙΑΣ ΜΠΟΥΓΙΑΤΙΩΤΗ,
δρ. αρχιτέκτονα μηχαν., επίκ. καθηγήτριας, Σχολής Αρχιτεκτόνων Ε.Μ.Π.
ΑΙΝΕΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ,
δρ. αρχιτέκτονα μηχαν., επίκ. καθηγήτ., Σχολής Αρχιτεκτόνων Ε.Μ.Π.



ηλιακή ακτινοβολία (και ηλιοφάνεια). Ωστόσο, κατά τόπους η σχετική υγρασία του αέρα και η διεύθυνση και η ταχύτητα των επικρατούντων ανέμων διαφοροποιούνται, με αποτέλεσμα να διαμορφώνονται δύο βασικοί τύποι "καλοκαιρινού" κλίματος, το θερμό- ξηρό και το θερμό - υγρό κλίμα, καθένας από τους οποίους περιλαμβάνει επιπλέον διαφορετικές στρατηγικές βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Σε όλες τις περιπτώσεις και σε όλους τους κλιματικούς τύπους οι βασικοί στόχοι για το καλοκαίρι είναι η μείωση των θερμικών προσόδων από το περιβάλλον και η μείωση των εσωτερικών θερμοκρασιών με την εκμετάλλευση περιβαλλοντικών δεξαμενών θερμότητας, όπως είναι:

- το έδαφος,
- το νερό (δροσισμός με εξάτμιση)
- ο άνεμος (φυσικός και νυκτερινός αερισμός) και
- ο ανέφελος νυκτερινός ουρανός (δροσισμός με ακτινοβολία).

Γενικές απαιτήσεις

Οι βασικές, καθολικές αρχές παθητικού δροσισμού για τη θερμή περίοδο αφορούν:

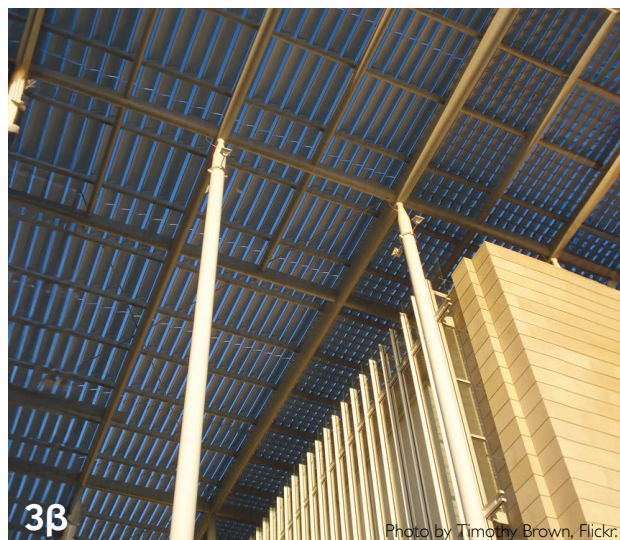
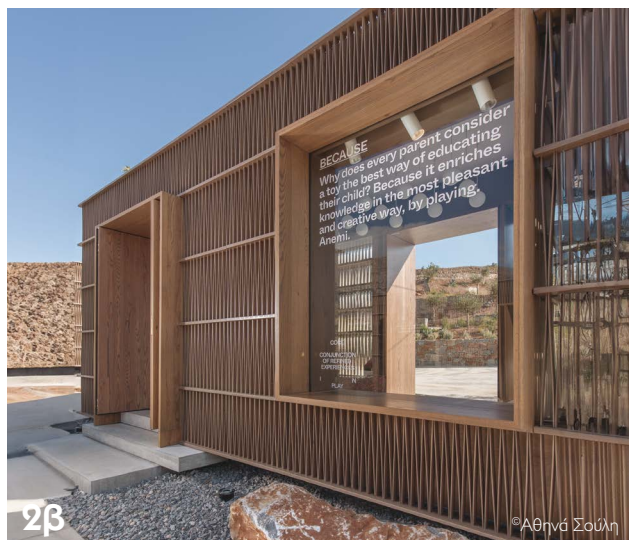
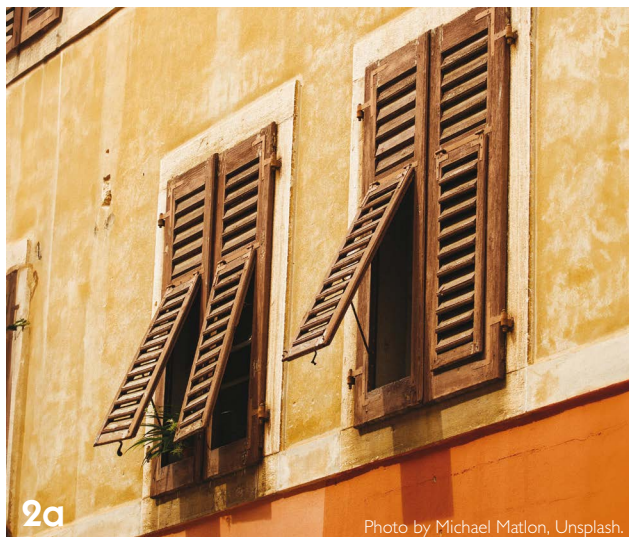
- στη θερμική προστασία (θερμομόνωση) των εσωτερικών χώρων και
- στη μείωση των θερμικών προσόδων από το κέλυφος (τοιχοι, στέγαση) και τα ανοίγματα.

Πιο αναλυτικά η μείωση των θερμικών προσόδων αφορά:

- στη χρήση ανοιχτόχρωμων υλικών,
- στη σκίαση με αυτοσκίαση του ίδιου του κτιριακού όγκου ή σκίαση του κελύφους ή σκίαση των ανοιγμάτων,
- στον αερισμό με στόχο την απομάκρυνση του θερμού αέρα.

Η θερμική προστασία των εσωτερικών χώρων επιτυγχάνεται στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική είτε με υλικά μειωμένης θερμικής αγωγιμότητας, είτε με επάλληλα στρώματα διαφορετικών υλικών, όπως π.χ. στο παραδοσιακό δώμα των Κυκλάδων. Σήμερα, με την αυξανόμενη έμφαση στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων υπάρχουν διαθέσιμα πολλά, διαφορετικά συστήματα θερμομόνωσης των διαφορετικών στοιχείων του κελύφους. Η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας (μικρού μήκους κύματος) εξαρτάται κυρίως από το χρώμα, δηλαδή τον συντελεστή ανακλαστικότητας (ή απορροφητικότητας). Τα ανοιχτόχρωμα υλικά έχουν μεγάλο συντελεστή ανακλαστικότητας και άρα ανακλούν το μεγαλύτερο μέρος της προσπίπτουσας ηλι-

I.
Χρήση
ανοιχτόχρωμων
υλικών στην
παραδοσιακή
αρχιτεκτονική
των Κυκλάδων (α)
και ψυχρών υλικών
στη σύγχρονη
αρχιτεκτονική (β).



ακής ακτινοβολίας. Γι' αυτόν τον λόγο και στην κατά τόπους παραδοσιακή αρχιτεκτονική των περιοχών με θερμά καλοκαίρια κυριαρχεί η χρήση ανοιχτών (και όχι κατ' ανάγκη λευκών) χρωμάτων και υλικών. Η σύγχρονη τεχνολογία, πέρα από τα ανοιχτόχρωμα υλικά διαθέτει και τα καλούμενα "ψυχρά" υλικά, τα οποία δεν υπερθερμαίνονται, καθώς ανακλούν μεγάλο μέρος της εγγύς υπέρυθρης ακτινοβολίας, η οποία αποτελεί ένα ποσοστό ίσο σχεδόν προς το 48% του ηλιακού φάσματος.

Η αυτοσκίαση του ίδιου του κτιριακού όγκου μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς τρόπους. Συνήθως επιτυγχάνεται με τη διάρθρωση των όγκων του κτιρίου κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να προσφέρουν σκίαση τις διαφορετικές ώρες της ημέρας, ενώ αντίστοιχα ως προς τη σκίαση λειτουργεί και το στοιχείο του αιθρίου.

Η σκίαση του κελύφους μπορεί να γίνει με στοιχεία που βρίσκονται εκτός αυτού, εμποδίζοντας εν μέρει ή πλήρως την άμεση ηλιακή πρόσπτωση. Συνήθως, αυτό επιτυγχάνεται με στοιχεία βλάστησης, δηλαδή δέντρα ή πέργκολες με αναρριχητικά φυτά ή καλάμια στον άμεσο περιβάλλοντα χώρο ή και στο δώμα του κτιρίου.

Στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, τα ανοίγματα είναι συνήθως περιορισμένα και η ηλιοπροστασία παρέχεται συνήθως από

παντζούρια με λιγότερες ή περισσότερες δυνατότητες ρύθμισης. Στη σύγχρονη αρχιτεκτονική, υπάρχει μια πληθώρα μέσωσ και επιλογών ηλιοπροστασίας για ανοίγματα και γυάλινες επιφάνειες. Αυτά τα ηλιοπροστατευτικά στοιχεία μπορεί να είναι σταθερά ή κινητά, ενώ η μορφή και η γεωμετρία τους διαφοροποιείται ως προς τον προσανατολισμό, που επηρεάζει την ηλιακή γεωμετρία (γωνίες, ύψος και αζιμούθιο) τις διαφορετικές ώρες της ημέρας των καλοκαιρινών μηνών.

Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν, κατά τη θερμή περίοδο, ανεξάρτητα από τα επί μέρους κλιματικά χαρακτηριστικά (σχετική υγρασία ή/και επικρατούντες άνεμοι), έμφαση δίνεται στην απομάκρυνση του θερμού εσωτερικού αέρα. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του φυσικού ελκυσμού (ο θερμός αέρας είναι ελαφρότερος και κινείται ανοδικά) σε συνδυασμό με διατάξεις στο ανώτερο τμήμα των κτιρίων, όπως οι αεραγωγοί της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής (π.χ. "παραθύρες" στη Σαντορίνη) και οι σύγχρονες ηλιακές καμινάδες.

Τέλος, υπάρχει και μια σειρά εφαρμογών που εκμεταλλεύονται τον ανέφελo νυχτερινό ουρανό ως απαγωγέα / δεξαμενή θερμότητας. Αυτή η στρατηγική καλείται δροσίσιμος με ακτινοβολία, με πιο γνωστή εφαρμογή τις αεριζόμενες ή σκισμέ-

2. Σκίαση ανοιγμάτων με ξύλινα παντζούρια στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική (α), και με ξύλινη όψη σε κατασκευή από τους Not a Number Architects (β).

3. Σκίαση επιφανειών κελύφους με πέργκολα με μπουκαμβίλια στην αυλή παραδοσιακής κατοικίας στη Σίφνο (α) και με μεταλλική πέργκολα στη σύγχρονη πτέρυγα του Ινστιτούτου Τέχνης στο Σικάγο, έργο του Renzo Piano (β).



Στοιχεία νερού στον περιβάλλοντα χώρο των κτιρίων. Δεξαμενή νερού σε αίθριο παραδοσιακής κατοικίας του Μαρόκου (α) και τοίχος νερού στο Paley Park της Ν. Υόρκης (β).



Photo by Alireza Javaheri, Wikimedia Commons.

Tom Craig

Κατακόρυφη καθοδική κίνηση του αέρα σε συνδυασμό με εξάτμιση. Ανεμόπυργοι (Badgir Yazd) στη Yazd (α) και πύργος καθοδικού ρεύματος (PDEC tower) στο Desert Living Center, Λας Βέγκας, Νεβάδα, Η.Π.Α. (β).

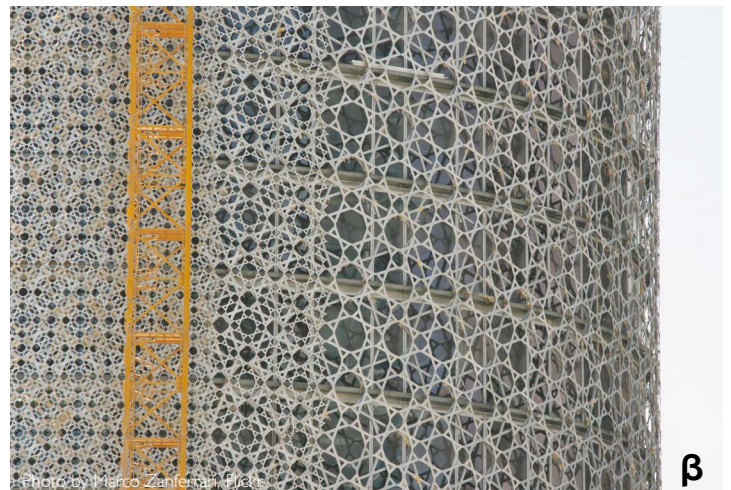


Photo by Ahmed Al. Badawy, Wikimedia Commons.

Photo by Marco Zanetti, Flickr

Διαμόρφωση ανοιγμάτων με πλέγματα από ελαφριά υλικά. Mushrabiya στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Αιγύπτου (α) και σύγχρονη όψη στο κτίριο γραφείων Burj Doha, στο Κατάρ από τον Jean Nouvel (β).

νες δεξαμενές οροφής, με νερό σε ελεύθερη επιφάνεια ή σε πλαστικούς σάκους, με κινητή μόνωση. Αντιθέτως, στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική δεν υπήρχαν σχετικές τεχνικές, παρά μόνο η προσαρμοστική συμπεριφορά των κατοίκων, που πολλές φορές επέλεγαν να κοιμούνται στο δώμα τη νύχτα.

Στρατηγικές θερμού ξηρού κλίματος

Επιπλέον των βασικών στρατηγικών που προαναφέρθηκαν, στο θερμό ή ζεστό και ξηρό κλίμα βασικοί στόχοι είναι:

- η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση του εύρους των εξωτερικών θερμοκρασιών και χρονική υστέρηση, αλλά και
- η εκμετάλλευση του δροσισμού με εξάτμιση.

Για τη μείωση του εύρους των θερμοκρασιών γίνεται εκμετάλλευση της θερμικής μάζας των υλικών. Έτσι, οι τοίχοι έχουν μεγάλο πάχος και διαμορφώνονται συνήθως με "βαριά", αυξημένης θερμοχωρητικότητας υλικά, όπως κατασκευές από πέτρα, ωμόπλινθους κτλ. στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική, ενώ στη σύγχρονη αρχιτεκτονική συναντώνται το σκυρόδεμα, οι οπτόπλινθοι και η συμπιεσμένη γη.

Ως υποκατηγορία αναφέρονται και οι υπόσκαφες κατοικίες, που εκμεταλλεύονται τη θερμοχωρητικότητα του εδάφους, αλλά και το γεγονός ότι ανάλογα με το βάθος, οι θερμοκρασίες σταθεροποιούνται στη μέση ετήσια και άρα είναι χαμηλότερες από εκείνες του αέρα κατά τη θερμή θερινή περίοδο.

Ο δροσισμός με εξάτμιση είναι μία διαδικασία που χρησιμοποιείται στις περιοχές με ζεστό και ξηρό κλίμα, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, με στόχο τη βελτίωση του μικροκλίματος τόσο στον εσωτερικό χώρο και στον χώρο του άμεσου περιβάλλοντος των κτιρίων, όσο και σε αστικούς υπαίθριους χώρους. Εκμεταλλεύεται την ιδιότητα του νερού να εξατμίζεται, απορροφώντας θερμότητα από το περιβάλλον (λανθάνουσα θερμότητα). Είναι 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. Εξέλιξη αυτών των στοιχείων μπορούν να θεωρηθούν οι πύργοι καθοδικού ρεύματος και οι κατακόρυφες επιφάνειες νερού (νερότοιχοι), που ενσωματώνονται στο κέλυφος, αλλά και στον περιβάλλοντα χώρο των κτιρίων.

Οι πύργοι καθοδικού ρεύματος είναι κατασκευές, στις οποίες ο αέρας που εισάγεται από το επάνω μέρος, διέρχεται από "φίλτρα" νερού, όπως σταγονίδια νερού, βρεγμένες επιφάνειες κυτταρίνης ή βρεγμένες κεραμικές επιφάνειες, με στόχο τον δροσισμό του με εξάτμιση. Η εξάτμιση του νερού στο ανώτερο μέρος δημιουργεί μία σημαντική πτώση θερμοκρασίας και προκαλεί ένα καθοδικό ρεύμα ψυχρού αέρα.

Οι κατακόρυφες επιφάνειες νερού είναι τοίχοι κατασκευασμένοι από διάφορα υλικά, που είτε ψεκάζονται με νερό είτε έχουν ένα λεπτό στρώμα νερού, το οποίο ρέει στην επιφάνειά τους. Η συνεχής ροή του νερού διατηρεί τις επιφανειακές θερμοκρασίες τους σε χαμηλά επίπεδα. Μ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να μειωθεί η θερμοκρασία του αέρα του παρακείμενου εσωτερικού χώρου (έμμεσος δροσισμός με εξάτμιση), αλλά και να δημιουργηθεί ένα καθοδικό ρεύμα ψυχρού αέρα, το οποίο βελτιώνει τις συνθήκες θερμικής άνεσης του περιβάλλοντος χώρου. Στη σύγχρονη αρχιτεκτονική, αυτές οι επιφάνειες μπορεί να κατασκευαστούν από μέταλλο ή γυαλί ή και πιο "βαριά" υλικά, όπως το σκυρόδεμα ή οι φυσικοί λίθοι (π.χ. μάρμαρο).



Στρατηγικές θερμού υγρού κλίματος

Στο θερμό ή ζεστό και υγρό κλίμα, πέρα από τη μείωση των θερμικών προσόδων μέσω της σκίασης, ο παθητικός δροσισμός βασίζεται στην κατά το δυνατόν:

- μικρότερη θερμική φόρτιση και
- την ταχύτερη θερμική αποφόρτιση του κτιριακού κελύφους.

Με απλά λόγια, η κατασκευή χαρακτηρίζεται από τοίχους ή πετάσματα μικρού πάχους, που διαμορφώνονται από ελαφρά (μειωμένης θερμικής μάζας), φυσικά υλικά, κυρίως ξύλο και άλλα υλικά φυσικής προέλευσης. Επιπροσθέτως, διαθέτουν πολλά ανοίγματα, τα οποία πολλές φορές δεν διαθέτουν κουφώματα, αλλά ελαφρού τύπου κφασσωτά (mushrabiya). Στόχος είναι ο διαπερής φυσικός αερισμός και δροσισμός, με την ευκολότερη διέλευση του ανέμου και την επίτευξη αυξημένων εσωτερικών ταχυτήτων αέρα για την απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας, αλλά και τη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης.

4. Εκμετάλλευση του εδάφους σε υπόσκαφες κατοικίες. Σύγχρονη υπόσκαφη κατοικία στην Αντίπαρο. Αρχιτεκτονική μελέτη: Tzolakis Architects. Φωτογραφία: Γιώργος Μεσσαριτάκης

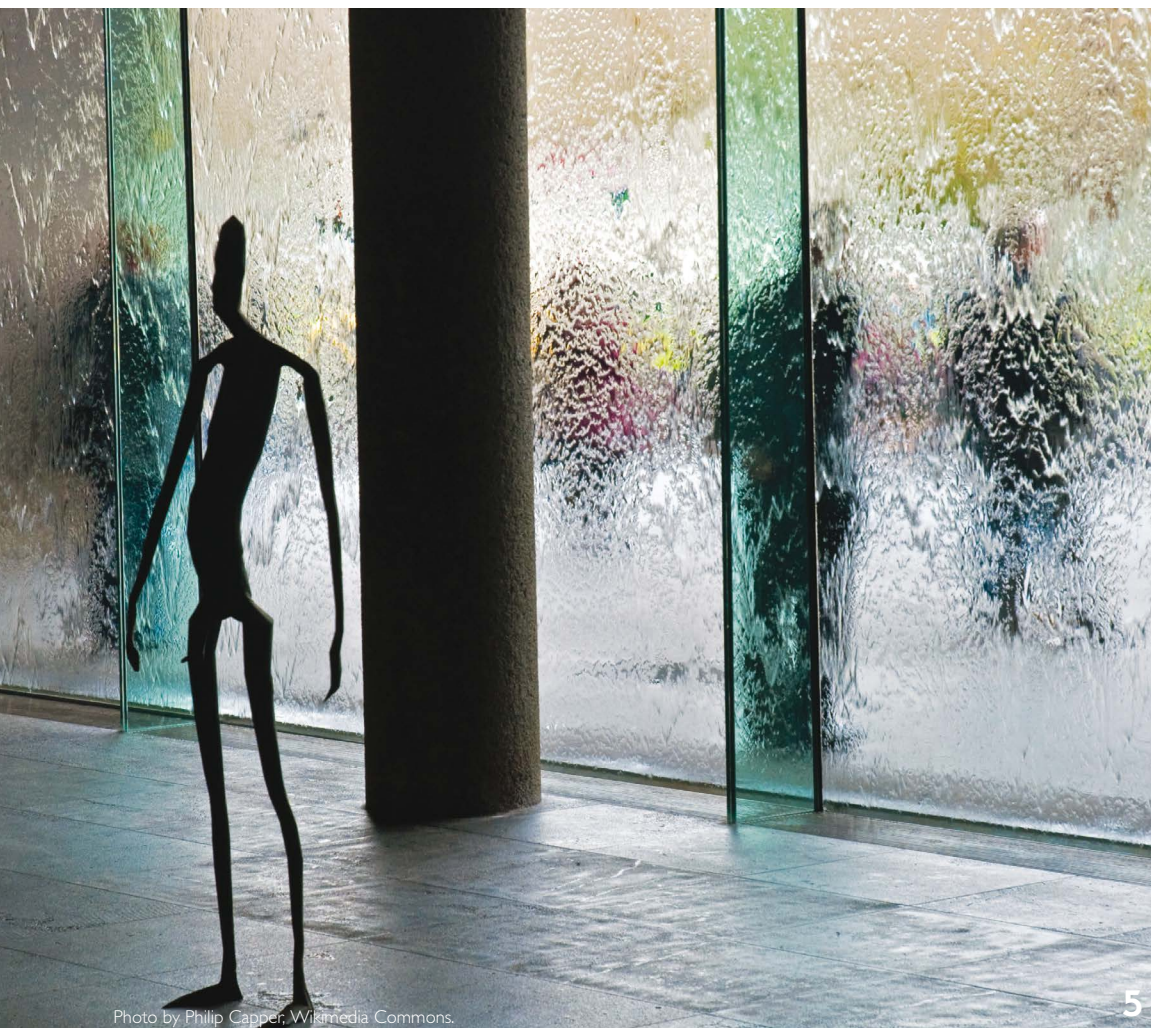


Photo by Philip Capper, Wikimedia Commons.

5

Συμπεράσματα

Οι βασικές στρατηγικές παθητικού δροσισμού είναι απλές και χαμηλής τεχνολογίας. Οι περισσότερες από αυτές χάνονται στο βάθος των αιώνων, στην τοπική και παραδοσιακή αρχιτεκτονική τόσο στη χώρα μας, όσο και στις διαφορετικές περιοχές του πλανήτη με διευρυμένη ή/και επιβαρυνόμενη θερμή θερινή περίοδο. Σήμερα, ο αρχιτέκτονας - μελετητής έχει στη διάθεσή του, πέρα από τα συμβατικά μέσα και τις τεχνικές, και μια σειρά από σύγχρονες τεχνολογικές λύσεις, λιγότερο ή περισσότερο εξειδικευμένες και πολύπλοκες.

Αυτό που πρέπει να γίνει κατανοητό είναι ότι για την επιλογή των πλέον κατάλληλων λύσεων απαιτείται καλή ανάλυση του γενικού κλίματος της περιοχής μελέτης, αλλά και του μικροκλίματος του οικοπέδου ή της τοποθεσίας, καθώς τα βασικά στοιχεία του κλίματος επηρεάζονται και διαφοροποιούνται κατά τόπους από το φυσικό ή το αστικό ανάγλυφο και το άμεσο φυσικό και δομημένο περιβάλλον.

Τέλος, σημειώνεται ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός οφείλει να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης, τόσο κατά τη θερμή, θερινή, όσο και κατά την ψυχρή, χειμερινή περίοδο. Γι' αυτόν τον λόγο, μεγάλη προσοχή χρειάζεται στην επιλογή και στην ενσωμάτωση των στοιχείων παθητικού δροσισμού, έτσι ώστε αυτά να μη λειτουργούν αντίθετα ή αρνητικά τον χειμώνα, όταν οι βασικές στρατηγικές είναι διαμετρικά αντίθετες και η αύξηση των θερμικών προσόδων αποτελεί προτεραιότητα.

5.
Επιφάνειες με ροή νερού. Τοίχος νερού στο Μουσείο της National Gallery of Victoria, Μελβούρνη, Αυστραλία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μπουγιατιώτη Φλώρα, Παθητικός δροσισμός κτιρίων. Επιλέγοντας υλικά για το κτιριακό κέλυφος, ΚΤΙΡΙΟ, τεύχος 8/2021, σελ. 102.
- Μπουγιατιώτη Φλώρα, Οικονόμου Αινείας, Βιοκλιματικός σχεδιασμός αστικών υπαίθριων χώρων. Νερό και πράσινο στην πόλη, ΚΤΙΡΙΟ, τεύχος 8/2020, σελ. 95.
- Οικονόμου Αινείας, Χρήση συστημάτων δροσισμού με εξάτμιση και με ακτινοβολία για τη βελτίωση του μικροκλίματος σε υπαίθριους χώρους και σε κτίρια, Μαρνελάκης Γ. (επιμ.), Έρευνα στην Αρχιτεκτονική. Σχεδιασμός, χώρος, πολιτισμός, εκδόσεις Αλεξάνδρεια, σελ. 390 - 405, 2007.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- Όψεις που "αναπνέουν". Καινοτόμοι τεχνολογίες φυσικού αερισμού. Τεύχος 7/2014, σελ. 85.
- Τεχνικές φυσικού αερισμού ανάλογα με το κλίμα και το είδος των κτιρίων. Τεύχος 7/2012, σελ. 73.
- Φυσικός δροσισμός. Ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων κατά το καλοκαίρι. Τεύχος 7/2009, σελ. 41.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
& ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΡΘΡΑ
στην ιστοσελίδα www.ktirio.gr