

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ

Σίμος Γιάννας

Environment & Energy Studies Programme
Architectural Association Graduate School
34-36 Bedford Square, London WC1B 3ES, UK

simos@aaschool.ac.uk
www.aaschool.ac.uk/ee

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αστικοποίηση και οι δραστηριότητες της πόλης επιφέρουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στο κλίμα ενός τοπικού. Οι μεταβολές αυτές επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας, την ποιότητα του περιβάλλοντος και την υγεία και θερμική άνεση των πολιτών. Η βιοκλιματική προσέγγιση του αστικού σχεδιασμού προσφέρει την δυνατότητα παρεμβάσεων με στόχο τον περιορισμό ή και την αντιστροφή των αρνητικών επιπτώσεων με παραλληλή δημιουργία ευνοϊκών μικροκλιματικών συνθηκών. Ειδικότερα για τους υπαίθριους χώρους στοχεύουμε αφ'ένος σε παρεμβάσεις που συμβάλλουν στην καλλιέργεια του μικροκλίματος των χώρων αυτών, έτσι ώστε να βρουν ευρύτερη χρήση και χρησιμότητα, και αφ'έτερου στην συμβολή που μπορούν να έχουν οι «βιοκλιματισμένοι» υπαίθριοι χώροι στο αστικό μικροκλίμα της πόλης τους. Στο επίπεδο του σχεδιασμού οι βασικοί στόχοι και αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι:

- ο ηλιασμός και η ηλιοπροστασία
- η θερμική αδράνεια
- ο φυσικός αερισμός, η αεροπερατότητα και ανεμοπροστασία
- ο φυσικός δροσισμός.

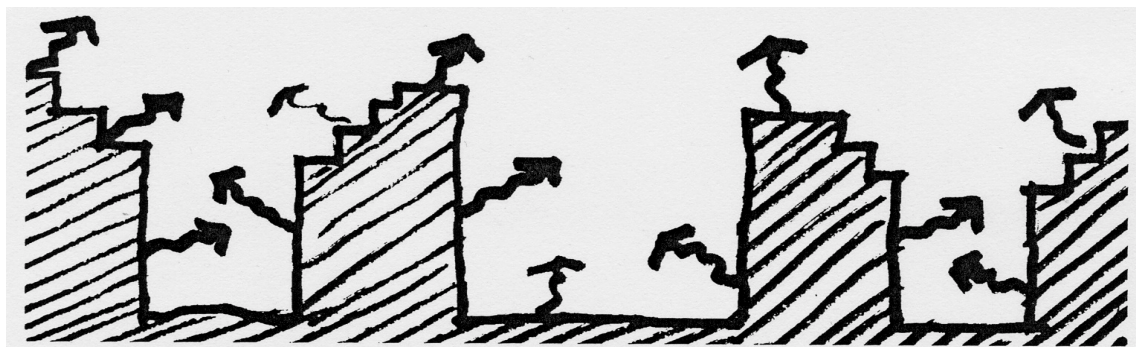
Οι παράμετροι και τα μέσα που χαρακτηρίζουν την έκφραση και σημασία των παραπάνω στο σχεδιασμό των υπαίθριων χώρων μιας πόλης είναι:

- τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του αστικού ιστού
- τα προσθετικά στοιχεία και οι μεταβατικοί χώροι
- οι φυσικές ιδιότητες επιφανειών και δομικών υλικών
- τα υδατινά στοιχεία
- το πράσινο.

Οι εφαρμογές των παραπάνω εξαρτώνται από τις κλιματικές και μικροκλιματικές συνθήκες του τοπικού και από τη χρήση και τις λειτουργικές απαιτήσεις των υπαίθριων χώρων της πόλης. Τα θέματα αυτά εξετάζονται παρακάτω. Παραδείγματα θα παρουσιαστούν στην προφορική παρουσίαση. Για περισσότερα στοιχεία για τα θέματα που πραγματεύεται το άρθρο αυτό βλέπε τις *Βιοκλιματικές Αρχές Πολεοδομικού Σχεδιασμού* (Γιάννας 2001) στον Τομο Α Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου.

1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ

Για το μικροκλίμα μιας πόλης και τους υπαίθριους χώρους της, τα κτίρια συμπεριφέρονται σαν θερμάστρες συνεχούς λειτουργίας εκπέμποντας θερμότητα όλο το 24ωρο για όλο το χρόνο, Σχ. 1. Σε πόλεις και γειτονίες με κτίρια χωρίς θερμομονώση, η ροή θερμότητας είναι πιο έντονη. Μια χοντρική εκτίμηση της συνολικής εκκυσής θερμότητας από ανθρωπογενείς πηγές εξίσωνει τη συμβολή τους *το χειμώνα* με την ενέργεια που δέχεται η πόλη από τον ήλιο, γύρω στα 25 W/m^2 μέσο όρο στην Ευρώπη (Barry και Chorley 1997).



Σχήμα 1 Τα κτίρια συμπεριφέρονται εκπεμπουν θερμότητα ολη τη μερα και ολο το χρονο

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και η πυκνότητα δομής της πόλης επηρεάζουν :

1. τον σκίασμο, και ηλιασμό των εξωτερικών επιφανειών των κτιρίων και υπαίθριων χώρων και κατά συνέπεια τη θερμοκρασία του αέρα και των επιφανειών
2. την ορατότητα του ουρανού θόλου και κατά συνέπεια τον φυσικό φωτισμό και δροσισμό κτιρίων και υπαίθριων χώρων
3. την αεροπερατότητα του αστικού ιστού και κατά συνέπεια τον αερισμό και δροσισμό της πόλης
4. την ανακλαστικότητα και θερμοχωρητικότητα του ιστού της πόλης, και κατά συνέπεια τις μέγιστες τιμές και διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα και των επιφανειών
5. την περιεκτικότητα σε πράσινο και σε νερό και κατά συνέπεια, μεταξύ άλλων, και τη θερμοκρασία του αέρα και την περιεκτικότητά του σε υγρασία.

Η συνδυασμένη επίδραση των παραμέτρων αυτών χαρακτηρίζει την τοπική έκφραση του αστικού μικροκλίματος. Οι πιθανές επιπτώσεις από τις κλιματικές μεταβολές που προκαλεί η αστικοποίηση είναι:

- 1) η μείωση των θερμικών απωλειών για θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα λόγω της υψηλότερης εξωτερικής θερμοκρασίας
- 2) η μικρότερη συμμετοχή της ηλιακής ενέργειας στο θερμικό ισοζύγιο των κτιρίων και υπαίθριων χώρων το χειμώνα λόγω μειωμένης ηλιακής προσόδου (αποτέλεσμα σκίασμου επιφανειών από τον αστικό ιστό και της ρυτίανσης του αέρα που συντελεί σε κατακράτηση ηλιακής ενέργειας)
- 3) η αύξηση των αναγκών για δροσισμό και ψύξη των κτιρίων και κατά συνέπεια η αύξηση της ζήτησης για εγκατάσταση και η αύξηση λειτουργίας ψυκτικών μηχανημάτων, λόγω υψηλότερων εξωτερικών θερμοκρασιών και προεκτάσης της θερινής περιόδου
- 4) η αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας τις ώρες αιχμής, λόγω των αυξημένων αναγκών για δροσισμό και ψύξη, η οποία δημιουργεί την ανάγκη για νέους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρισμού
- 5) η αύξηση της συχνότητας των συμπτωμάτων θερμικής δυσφορίας σε υπαίθριους και σε εσωτερικούς χώρους
- 6) η αύξηση των κρουσμάτων υπερθερμίας και θανατηφόρων επεισοδίων από υπερθερμία το καλοκαίρι.

Η ένταση και η συγκριτική σημασία των παραπάνω ποικίλλουν ανάλογα με τις γενικότερες κλιματικές συνθήκες του τόπου και τα τοπικά χαρακτηριστικά μιας πόλης. Σε περιοχές με σχετικά ψυχρό χειμώνα (πχ Θεσσαλονίκη), οι υψηλότερες θερμοκρασίες του αστικού κέντρου θα μπορούσαν να συνεπαγονται μείωση της χρήσης συσκευών θέρμανσης και άρα εξοικονόμηση ενέργειας, ή/και πιο άνετες συνθήκες θερμικής άνεσης όπου η θέρμανση ήταν ανεπαρκής. Η δυνατότητα αυτή μετριαζεται από την παράλληλη μείωση της ηλιακής προσόδου στα κτίρια. Το καλοκαίρι οι υψηλότερες θερμοκρασίες του περιβάλλοντος συνεπαγονται αυξημένη ανάγκη για δροσισμό ενώ ο αλληλοσκίασμος επιφανειών είναι λιγότερο εμφανής λόγω της υψηλότερης τροχιάς του Ηλίου. Για την Αθήνα υπολογίζεται ότι οι υψηλότερες θερμοκρασίες στο κέντρο της πόλης υπερδιπλασιάζουν το ψυκτικό φορτίο των κτιρίων σε σύγκριση με τα προάστια (Santamouris et al 1998). Για άλλες περιοχές της Ελλάδας προβλέπεται επίσης αύξηση των ψυκτικών φορτίων (Καρταλής 1999).

2 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ

Βασικές εννοιες, στόχοι και αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού για τους υπαίθριους χώρους είναι:

- ο ηλιασμος και η ηλιοπροστασια
- η θερμικη αδρανια
- ο φυσικος αερισμος, η αεροπερατοτητα και ανεμοπροστασια
- ο φυσικος δροσισμος

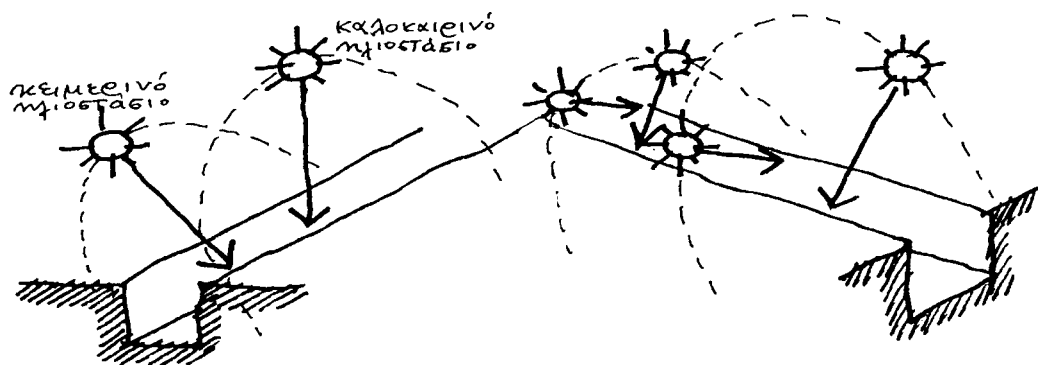
Ηλιασμος και Ηλιοπροστασια

Για το Μεσογειακο κλιμα ο ηλιασμος και η ηλιοπροστασια είναι οι βασικότεροι και ουσιαστικότεροι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού υπαίθριων χώρων. Με *ηλιασμο* εννοουμε την επιλεκτικη εκθεση χώρων στην ηλιακη ακτινοβολια. *Ηλιοπροστασια* είναι η ηβελημενη αποφυγη της ηλιακης ακτινοβολιας. Το ποτε, και κατα ποσο, σε ενα χώρο προτιμαται ηλιασμος ή ηλιοπροστασια είναι συναρτηση τοσο της χρησης του χώρου οσο και απο των κλιματικων συνθηκων της περιοχης. Σε υπαίθριους χώρους η εκθεση ενος ατομου στον Ηλιο ισοδυναμει με ανυψωση της θερμοκρασιας του αερα. Για παραδειγμα, για ενα ατομο που βρισκεται σε υπαίθριο χώρο ενα μεσημερι του χειμωνα στη Θεσσαλονικη με εξωτερικη θερμοκρασια του αερα 10-15 βαθμων Κελσιου, η εκθεση σε ηλιακη ακτινοβολια της τάξης των 300-400 W/m² (μεσες τυπικες τιμες κατα το μεσημερι το χειμωνα) ισοδυναμει με ανυψωση της θερμοκρασιας του αερα κατα 4-6 βαθμους Κελσιου, δηλαδη αντιστοιχει σε αισθητες θερμοκρασιες της τάξης των 14 με 20 βαθμων Κελσιου. Αυτό σημαίνει οτι ενω χωρίς Ηλιο μάλλον δεν θα καθοταν κανεις εξω για πολλη ωρα, στον Ηλιο και με τον καταλληλο ρουχισμο οι συνθηκες θερμικης ανεσης γινονται πιο ευνοικες. Αντιθετα, αν η θερμοκρασια του αερα είναι ήδη υψηλη η εκθεση στον ηλιο είναι ανεπιθυμητη. Για παραδειγμα, με θερμοκρασιες αερα πανω απο 25 βαθμους Κελσιου ενα ατομο που καθεται σε εξωτερικο χώρο για καποιο χρονικο διαστημα θα χρειασθει σχεδον οπωσδηποτε ηλιοπροστασια. Με καλη ηλιοπροστασια, και παραλληλη κινηση αερα, ειμαστε σε θεση να ανεκτουμε θερμοκρασιες υψηλοτερες απο 30 βαθμους χωρίς ιδιατερη δυσφορια. Οι παραδοχες αυτες δειχνουν οτι σε υπαίθριους χώρους που είναι σε θεση να προσφερουν ειτε ηλιασμο ειτε ηλιοπροστασια, μπορούμε να διευρυνουμε τη χρηση τους ετσι ωστε και με παραλληλη εφαρμογη και αλλων μετρων βιοκλιματικού σχεδιασμού να καλυπτει σχεδον ολο το χρόνο.

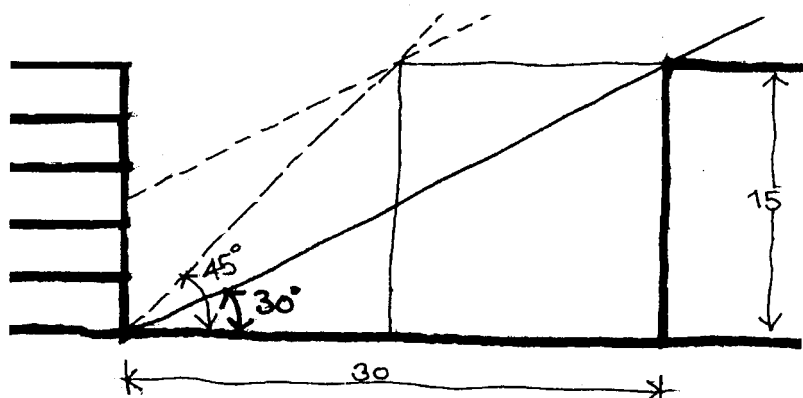
Στα Ελληνικα κλιματα επιδιωξη τοσο του ηλιασμου οσο και της ηλιοπροστασιας υπαίθριων χώρων είναι εποχιακοι στόχοι. Στα ψυχροτερα και πιο νεφοσκεπη κλιματα της Βορειας Ευρωπης οι μερες με ηλιογφανεια είναι ευπροσδεκτες ανεξαρτητα απο την θερμοκρασια του αερα και ο κοσμος βγαινει εξω και καταλαμβανει ολους τους διαθεσιμους υπαίθριους χώρους ειτε χειμωνα ειτε καλοκαιρι. Στο αλλο ακρο, σε τροπικα κλιματα οπου η θερμοκρασια του αερα είναι υψηλη ολο το χρόνο, η απροσκοπτη εκθεση στον ηλιο είναι σχεδον παντα ανεπιθυμητη.

Με δεδομενο γεωγραφικο πλατος και ατμοσφαιρικες συνθηκες, ο προσανατολισμος των δρομων της πολης, και η διατομη τους, είναι οι κυριοι ρυθμιστικοι παραγοντες του ηλιασμου. Για παραδειγμα, ενας δρομος με κατευθυνση βορρα-νοτου, εχει συμμετρικη προσβαση στον ηλιο, ενω σε δρομο με κατευθυνση ανατολης-δυσης ο ηλιασμος είναι ασυμμετρος διοτι ο Ηλιος "βλεπει" μονο το νοτιο τμημα του δρομου. Και στις δυο περιπτωσεις η θεα του ηλιου που εχει ενας διαβατης απο το δρομο είναι συναρτηση της σχεσης υψους και πλατους του δρομου (λογος υ/π) , Σχ. 2.

Σε γεωγραφικο πλατος 40B και αστικο ιστο με εν σειρα κτιρια, για την διασφαλιση του ηλιασμου μιας ολοκληρης νοτιας προσοψης το μεσημερι στα μεσα του Δεκεμβριου πρεπει να ικανοποιειται η σχεση υ/π <0.5. Αν το απεναντι κτιριο εχει υψος 15 μετρων, τοτε το πλατος του δρομου πρεπει να είναι τουλαχιστον 30 μετρα, Σχ. 3. Με αυτη τη σχεση, το Μαρτιο που η γωνια υψους του ηλιου φθανει τις 50 μοιρες κατα το μεσημερι, θα ηλιαζεται και το 60% της επιφανειας του εδαφους αναμεσα στα κτιρια. Αν αντιθετα το πλατος του δρομου ηταν μονο 15 μετρα (δηλαδη υ/π = 1.0) και η γωνια θ=45 μοιρες, τοτε δεν θα εφτανε ο Ηλιος στο ισογειο της νοτιας οψης πριν απο τις αρχες Μαρτιου, και το Δεκεμβριο η νοτια οψη θα ηλιαζοταν απο τα 7.5 μετρα και πανω, δηλαδη απο τα μεσα του δευτερου οροφου.



Σχημα 2 Διαφορες στον προσβαση στον Ηλιο δρομων με διαφορετικο προσανατολισμο



Σχ. 3 Επεξηγηματικο διαγραμμα

Θερμική Αδρανεία

Στα αστικά κέντρα της Ελλάδας, όπως και ολης της Ευρώπης, οι εξωτερικοί τοίχοι των κτιρίων είναι από τούβλο, πέτρα, ή σκυροδέμα, που είναι όλα τους υλικά με σχετικά υψηλή θερμοχωρητικότητα. Το ίδιο ισχύει και με τα καταστρώματα των δρόμων και των πεζοδρομίων.

Πίνακας 1. Ογκομετρική Θερμοχωρητικότητα Κοινων Υλικών, σε $Wh/m^3 K$

Νερό	1158
Λιθοδομή	650
Μπέτον (ψηλής πυκνότητας)	483
Επιχρισμα	440
Συμπαγες Τούβλο	374

Η *θερμοχωρητικότητα* που διαθέτουν όλες αυτές οι επιφάνειες λειτουργεί σαν ημερησία αποθήκη θερμότητας με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασιακής διακυμάνσης στους υπαίθριους χώρους της πόλης. Περιορισμός της διακυμάνσης σημαίνει κάποια μείωση των θερμοκρασιακών αιχμών και χειμωνα και καλοκαιρι. Άρα το αποτέλεσμα είναι θετικό κατά τη διάρκεια της μέρας το καλοκαίρι, αλλά πιθανόν αρνητικό κατά τη διάρκεια της μέρας το χειμώνα (γιατί δεν επιτρέπει υψηλότερη ανοδό της θερμοκρασίας του αέρα). Η ροή θερμότητας από τα κτίρια προς τον εξωτερικό χώρο είναι συνάρτηση της θερμικής αντίστασης των δομικών στοιχείων. Όσο χαμηλότερη είναι η θερμική αντίσταση τόσο ταχύτερη είναι η ροή θερμότητας προς/από τα κτίρια. Κτίρια χωρίς θερμομονώση χρειάζονται πολύ περισσότερη ενέργεια για θέρμανση και δροσισμό. Ως εκ τούτου απορρίπτονται μεγαλύτερες ποσότητες θερμότητας προς τους εξωτερικούς χώρους συμβάλλοντας στην ανυψωση της θερμοκρασίας της πόλης.

Αερισμός και Ανεμοπροστασία

Τα κτίρια λειτουργούν σαν εμποδία στον άνεμο και μέχρι ενός σημείου και σαν ανεμοπροστασία για τους εξωτερικούς χώρους. Αποτέλεσμα είναι ότι οι ταχυτήτες του ανέμου στις πόλεις είναι γενικά μικρότερες απ'ότι στην ανοικτή υπαίθρο. Αυτό μειώνει την διαχυση του θερμικού πλεονασματος εντεινοντας την αστική θερμική νησιδα. Έχει επίσης επιπτώσεις και στη διάσπορα των ρυπων και κατά συνέπεια και στην ποιότητα του αέρα και τον αερισμό των υπαίθριων χώρων και των κτιρίων. Ο τρόπος κίνησης του αέρα μέσα στην πόλη είναι συναρτησι της γεωμετρίας του αστικού ιστού. Όπου οι δρόμοι είναι παράλληλοι προς την κατεύθυνση του ανέμου η κίνηση του αέρα είναι πιο ελεύθερη. Όσο φαρδύτεροι είναι οι δρόμοι τόσο λιγότερη είναι η αντίσταση στην κίνηση του αέρα. Όταν η κατεύθυνση του ανέμου σχηματίζει οξεία γωνία με τον δρόμο, η κίνηση μοιραζεται σε δυο, το ένα τμήμα ακολουθεί την κατεύθυνση του δρόμου. Οι ακαλυπτοι χώροι των οικοδομικών τετραγώνων παραμένουν συνήθως έξω από την πνοή του ανέμου. Τα ψηλά κτίρια και η διοχετευση του αέρα μέσα από τα στενά φαραγγία των δρόμων προκαλούν πολύπλοκες κινήσεις με δίνες και στροβίλους δημιουργώντας μια σειρά από προβλήματα για τους γύρω χώρους, τα κτίρια και τους διαβάτες.

Με δομήση εν σειρά η ευθυγραμμισή των δρόμων με την κατεύθυνση του ανέμου επιτυγχάνει τον αποτελεσματικότερο αερισμό. Με πανταχοθεν ελεύθερα κτίρια καλύτερο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται όταν ο άνεμος πνέει με κλίση 45 μοιρών προς την κατεύθυνση του δρόμου. Το κατά ποσο είναι επιθυμητή η μεταβολή της ταχύτητας ή η ευθυγραμμισή της κατεύθυνσης του ανέμου με τις αρτηρίες της πόλης εξαρτάται και από άλλους κλιματικούς παραγοντες. Ένα γενικό κριτήριο είναι η ταχύτητα του ανέμου να μην υπερβαίνει τα 5m/s. Πάνω από αυτό το όριο ο άνεμος προκαλεί ενοχλήση και πάνω από 10m/s γίνεται δυσάρεστος. Σε ψυχρά κλίματα η ανεμοπροστασία είναι ένας από τους περιβαλλοντικούς στοχους ιδιαίτερα όταν η δομήση είναι αραιή.

Φυσικός Δροσισμός

Η πτώση της θερμοκρασίας του αέρα την νύχτα επιτρέπει τη διαχυση θερμότητας από τις επιφάνειες κτιρίων και υπαίθριων χώρων. Παράλληλα, θερμότητα αποβάλλεται από τον ιστό της πόλης με την εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας προς τον ουρανό. Αυτός είναι και ο κυριος φυσικός μηχανισμός για την απορριψη του γήινου θερμικού πλεονασματος. Η θερμοκρασία έξω από την ατμόσφαιρα της Γης βρίσκεται στο απόλυτο μηδέν (-273°C). Ψηλά στην ατμόσφαιρα η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται στους -40°C. Αυτό σημαίνει ότι προς την κατεύθυνση του ουρανού υπάρχει ένας εξαιρετικά ισχυρός απαγωγέας θερμότητας (heat sink). Η ένταση της διαφευγούσας θερμικής ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερη στην περιοχή του ζενιθ, κατά τη διάρκεια της νύχτας και στο φάσμα των 8-14μm που αποτελεί το λεγόμενο "ατμοσφαιρικό" (φασματικό) παραθυρό (atmospheric window). Στις πόλεις οι κατακορυφές επιφάνειες των κτιρίων και τα καταστρώματα των δρόμων έχουν ιδιαίτερα μειωμένη ορατότητα του ουρανού. Οι στεγές και τα δώματα και οι ανοικτοι υπαίθριοι χώροι έχουν καλύτερη ορατότητα αυτού του τμήματος του ουρανού θόλου. Ένα τρίτο σημαντικό μέσο είναι ο εξατμιστικός δροσισμός. Η εξατμίσση είναι φυσικό φαινόμενο που λαμβάνει χώρα σε κάθε υδατινή επιφάνεια. Η αλλαγή φάσης από νερό σε αέριο απορροφά θερμότητα μειώνοντας έτσι τη θερμοκρασία του αέρα ενώ παράλληλα αυξάνεται η περιεκτικότητα του σε υγρασία.

3 ΤΑ ΜΕΣΑ ΤΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

Οι παραμετροι και τα μέσα για την εφαρμογή της βιοκλιματικής προσεγγίσης στους υπαίθριους χώρους είναι:

- *τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του αστικού ιστού της πόλης*
- *προσθετικά στοιχεία και μεταβατικοί χώροι*
- *φυσικές ιδιοτητες επιφανειων και δομικών υλικών*
- *υδατινα στοιχεία*
- *πρασινο*

Η σχέση των παραμετρων αυτων με τις αρχές και τους στοχους που συζητήθηκαν παραπάνω και η συγκριτική σημασία τους στο βιοκλιματικό σχεδιασμό φαίνεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2 Συσχετιση στοχων και μεσων βιοκλιματικου σχεδιασμου στους υπαιθριους χωρους της πολης

	ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΥΔΑΤΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΠΡΑΣΙΝΟ
ΗΛΙΑΣΜΟΣ	+/-		+		+/-
ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	+	++	+++	+	+++
ΑΕΡΙΣΜΟΣ	+/-	+/-	+	+/-	+/-
ΑΝΕΜΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	++	++			+
ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑ	+	+	++	++	
ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ	+/-	++	++	+++	+++

+ θετική ++ θετικότερη +++ πολύ θετική επιρροή +/- θετική ή αρνητική επιρροή

Μορφολογικά Χαρακτηριστικά

Δρομοί, πλατείες, αυλές, αιθρια, ακαλυπτοι χωροι που περιβαλλονται απο κτιρια, συμπεριφέρονται εν μερει θερμικα σαν αστεγα δωματα. Σημαντικες παραμετροι ειναι η πυκνοτητα και το συστημα δομησης και η γεωμετρια και λογος υ/π δρομων, πλατειων και ακαλυπτων χωρων. Αυτες καθοριζουν βασικες συνθηκες αερισμου, ηλιασμου, ηλιοπροστασιας και θεας του ουρανιου θολου. Οι κλιμακωτες προσοψεις κτιριων, με ενα ή περισσοτερα ρετιρε, επιτρεπουν την διαφοροποιηση του λογου υ/π για ενα δεδομενο μεσο υψος κτιριων και αποστασης αναμεσα τους.

Προσθετικά Στοιχεία και Μεταβατικοί Χωροι

Πιλοτη, στοες, μπαλκονια, τεντες, στεγαστρα και περγκολες αποτελουν μια τυπολογια προσθετικων στοιχειων και καθοριζουν μεταβατικους ή ημιυπαιθριους χωρους αναμεσα στα κτιρια και τους ανοικτους χωρους της πολης. Το βασικοτερο βιοκλιματικο χαρακτηριστικο τους ειναι η προστασια απο ηλιο, αερα και βροχη που προσφερουν σε ενοικους και περαστικους. Η διαπερατοτητα του κελυφους κτιριων στο επιπεδο του ισογειου μεσω πιλοτής μπορει να ευνοησει τον αερισμο και δροσιση των κτιριων και των ακαλυπτων χωρων των οικοδομικων τετραγωνων. Παραδοσιακα οι βεραντες και τα μπαλκονια εξυπηρετουσαν χρησιμες λειτουργιες σαν υπαιθριοι ή ημιυπαιθριοι ιδιωτικοι χωροι. Σημερα η ρυπανση και ο θορυβος εχουν περιορισει αυτες τις παραδοσιακες χρησης στα αστικα κεντρα και θα επρεπε να ξανασκεφτουμε το ρολο τους. Σε πολυοροφα κτιρια παραμενει ομως η συνεισφορα του προβολου των μπαλκονιων στην ηλιοπροστασια των ανοιγματων των απο κατω οροφων.

Σε πυκνοκατοικιμενα αστικα κεντρα ο εγκλωβισμος και κερματισμος των ακαλυπτων χωρων των οικοδομικων τετραγωνων στερει την πολη και τους χρησης των κτιριων απο πολλες χρησιμες λειτουργιες (οχι μονο βιοκλιματικης φυσης) που θα μπορουσαν να εξυπηρετησουν αυτοι οι χωροι. Το ανοιγμα τους προς τους παρακειμενους δρομους σε συνδιασμο με το φυτεμα πρασινου και η αξιοποιηση του χωρου θα

επεφερε καλλιτερες συνθηκες αερισμου και δροσισμου και παραλληλες λειτουργικες χρησης του χωρου για αναψυχη.

Φυσικες Ιδιότητες

Οι ιδιότητες που επηρεαζουν τις θερμοκρασιες εξωτερικων επιφανειων και δομικων στοιχειων της πολης ειναι:

- η ανακλαστικοτητα και η απορροφητικοτητα προς την ηλιακη ακτινοβολια (και για διαφανεις επιφανειες και η διαπερατοτητα)
- ο συντελεστης θερμικης εκπομπης
- η θερμοχωρητικοτητα
- η θερμικη αντισταση

Ανακλαστικοτητα, Απορροφητικοτητα και Διαπερατοτητα: Ο ελεγχος της ανακλαστικοτητας των επιφανειων αναλογα με τις κλιματικες συνθηκες και λειτουργικες απαιτησεις, ειναι απο τα πιο σημαντικα μετρα του βιοκλιματικου σχεδιασμου στον αστικο χωρο. Οι περισσοτερες εξωτερικες επιφανειες κτιριων και υπαιθριων χωρων στις πολεις ειναι χαμηλης ανακλαστικοτητας, με τιμες της ταξης των 0.10-0.30 και μεσο ορο 0.15 (Οκε 1987). Αυτο σημεινει οτι, κατα μεσο ορο, το 15% της προσπιπτουσας ηλιακης ακτινοβολιας ανακλαται ενω το υπολοιπο 85% απορροφαται απο τον ιστο της πολης. Η απορροφηση ηλιακης ακτινοβολιας απο τα δομικα υλικα επηρεαζει σημαντικα τις θερμοκρασιες των αστικων κεντρων. Ιδιαίτερα χαμηλη ειναι η ανακλαστικοτητα του καταστρωματος ασφαλοστρωμενων δρομων, που κυμαινεται απο 0.04 για φρεσκοστρωμενη ασφαλο ως τα 0.12 μετα απο χρηση. Τα ανοιχτα χρωματα ειναι προτιμοτερα, ειδικα σε περιοχες με υψηλες τιμες του λογου υ/π, καθοτι περα απο τη μειωμενη απορροφηση θερμικης ενεργειας ευνοουν και το φυσικο φωτισμο.

Δωματα: Οι στεγες και τα δωματα ειναι οι πιό εκτεθημενες επιφανειες σε μια πολη. Ο Givoni (Givoni 1994) αναφερει διαφορες της ταξης των 30-40 βαθμων Κελσιου αναμεσα στις μεγιστες εξωτερικες θερμοκρασιες μιας ασπρης και μιας μαυρης στεγης (ανακλαστικοτητας 0.7 - 0.8 και 0.1 - 0.2 αντιστοιχα). Η διατηρηση των δωματων σε χαμηλοτερες θερμοκρασιες ωφελει το μικροκλιμα της πολης ενω παραλληλα μειωνει και το ψυκτικο φορτιο των κτιριων. Η φυτευση στεγων και δωματων συντελει στο δροσισμο και εξυγιανση των γειτονικων στρωματων αερα συμβαλλοντας στην καλλιτερευση του αστικου μικροκλιματος.

Συντελεστης θερμικης εκπομπης: Στις πολεις οι δρομοι και οι περισσοτεροι υπαιθριοι χωροι περιβαλλονται απο επιφανειες με υψηλη ικανοτητα θερμικης εκπομπης. Το θετικο ειναι οτι με αυτον τον τροπο τα δομικα στοιχεια της πολης αποβαλλουν τη θερμοτητα που εχουν απορροφησει και ετσι ψυχονται. Αναλογα ομως με την ενταση και τη χρονικη διαρκεια της η διαδικασια αυτη μπορει να εχει αρνητικες επιπτωσεις στις συνθηκες θερμικης ανεσης των υπαιθριων χωρων της πολης γιατι τους θερμαινει. Απο την αλλη πλευρα, σημαντικη μειωση του συντελεστη εκπομπης, δηλαδη της ικανοτητας των επιφανειων να αποβαλλουν θερμοτητα, οδηγει σε ανυψωση της επιφανειακης θερμοκρασιας.

Θερμικη αντισταση και θερμοχωρητικοτητα των εξωτερικων τοιχων και ανοιγματων των κτιριων εχουν ρυθμιστικο ρολο στις ανταλλαγες θερμοτητας αναμεσα στα κτιρια και τους υπαιθριους χωρους. Η θερμικη αντισταση (θερμομονωση) μειωνει τις ανταλλαγες θερμοτητας με το περιβαλλον, ουσιαστικα απομονωνοντας το κτιριο απο το εξωτερικο περιβαλλον. Η θερμοχωρητικοτητα που παρεχει ενα κτιριο στο εσωτερικο του περιοριζει τη θερμοκρασιακη διακυμανση μεσα στο κτιριο. Η θερμοχωρητικοτητα των εξωτερικων στρωσεων τοιχων επηρεαζει τις θερμοκρασιες των δρομων και των ακαλυπτων χωρων.

Υδατινα στοιχεια

Το νερο διαθετει πολυ μεγαλυτερη θερμοχωρητικοτητα απο τα αλλα δομικα στοιχεια του αστικου ιστου, δυο με τρεις φορες μεγαλυτερη ακομη και απο τα δομικα υλικα με τη μεγαλυτερη θερμοχωρητικοτητα (πετρα, μπeton, τουβλο βλεπε Πινακα 1 παραπανω). Μια μεγαλη μαζα νερου (θαλασσα, ποταμος, λιμνη) λειτουργει σαν σταθεροποιητικο στοιχειο της θερμοκρασιας του αερα μιας πολης. Παραλληλα, ο εξατμιστικος δροσισμος ειναι σημαντικη συμβολη των υδατινων στοιχειων της πολης ειτε στο γενικωτερο αστικο μικροκλιμα ειτε τοπικα (συντριβανι, τεχνιτη λιμνη, αλλα υδατινα στοιχεδια). Με καθαρο ουρανο και υψος ηλιου πανω απο 30 μοιρες η ανακλαστικοτητα του νερου ειναι μολις .03 με .10 (Οκε 1987). Με αλλα

λογια το νερο απορροφα σχεδον ολη την προσπιππουσα ηλιακη ακτινοβολια και αρα λειτουργει σαν ηλιοπροστατευτικο στοιχειο στην περιοχη του. Η ακτινοβολια μεγαλου μηκους κυματος επισης απορροφεται σχεδον πληρως απο το νερο. Το βραδυ η διαχυση της αποθηκευμενης ενεργειας αντισταθμιζει την απωλεια θερμοτητας μεσω ακτινοβολιας αλλα και υποβοηθαι την εξατμιση που μπορει να συνεχιστει ολη τη νυχτα. Ετσι σε αντιθεση με τα κοινα δομικα υλικα, τα οποια οταν απορροφουν ηλιακη ακτινοβολια θερμαινονται και εκπεμπουν με τη σειρα τους θερμοτητα λειτουργωντας ετσι σαν θερμαστρες, το νερο (οπως και το πρασινο, βλεπε παρακατω) λειτουργει σαν στοιχεια δροσισμού.

Πρασινο

Η επιδραση που εχει το πρασινο στη διαμορφωση του μικροκλιματος ειναι συναρτηση των εξης ιδιοτητων του:

- του υψηλου ποσοστου απορροφησης της ηλιακης ακτινοβολιας
- της χαμηλοτερης θερμοχωρητικοτητας και θερμοικης αγωγιμοτητας που εχει σε συγκριση με τα δομικα υλικα των κτιριων και των υπαιθριων χωρων
- της μειωσης της θερμοκρασιας του περιβαλλοντος αερα μεσω της διαπνοης
- της μειωμενης υπερυθρης ακτινοβολιας που εκπεμπει
- της μειωσης της ταχυτητας του ανεμου κοντα στο εδαφος
- της κατακρατησης σκονης και ρυπαντικων απο τον περιβαλλοντα αερα
- της ηχοπροστασιας που παρεχει.

Η διεθνής βιβλιογραφία αναφέρεται σε πολλά παραδείγματα και εκτιμήσεις της περιβαλλοντικής συμβολής του πρασίνου ιδιαίτερα σε σχέση με την δυνατότητα μείωσης ή καλύψης του ψυκτικού φορτίου κτιρίων. Σύμφωνα με στοιχεία από μελέτη του Lawrence Berkeley Laboratory (www.eandc.lbl.gov/EE.html#labs) το φυτόμα δένδρων αποτελεί οικονομική λύση για την μείωση των ψυκτικών φορτίων των κτιρίων και τον περιορισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η Αμερικανική βιβλιογραφία αναφέρεται σε μείωση της θερμοκρασίας του αέρα μέχρι και κατά 8 βαθμούς ανάμεσα σε φυτεμένες και ξερές περιοχές της πόλης. Η προσθήκη πρασίνου στις εξωτερικές επιφάνειες κτιρίων προσφέρει επιπλέον δυνατότητα ρύθμισης του θερμικού ισοζυγίου προς τα έξω. Η επίδραση όμως του πρασίνου είναι αφ'ένος αισθητή μόνο στην άμεση περιοχή του και αφ'έτερου χρειάζεται κάποια σημαντική επιφάνεια (π.χ. 2000τμ ή περισσότερο, δηλαδή διαστάσεις μιας πλατείας) για να λειτουργήσει σαν μια οάση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

- Barry, R.G. and R.J. Chorley *Atmosphere, Weather & Climate* Routledge, London, Seventh Edition, 1998.
- Γιαννας, Σ. (2001) *Βιοκλιματικές Αρχές Πολεοδομικού Σχεδιασμού*. Τομος Α Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού Πολεων και Ανοικτων Χωρων. Ελληνικο Ανοικτο Πανεπιστημιο.
- Givoni, B. *Passive and Low Energy Cooling of Buildings*, van Nostrand Reinhold, New York, 1994.
- Καρτάλης, Κ. "Μετεωρολογία" Θεματική Ενότητα Ι Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον, Τομος Α. Ελληνικο Ανοικτο Πανεπιστημιο, Αθηνα 1999.
- Oke, T.R. *Boundary Layer Climates*. Methuen & Co., London, 1987.
- Santamouris, M., N. Papanikolaou, I. Tselepidaki, D.N. Asimakopoulos 'The Athens Urban Climate Experiment' *Proc. PLEA 98 Conference*, pp147-152, James & James (Science) Publishers, London, 1998.