



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**Ο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ.
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ**

**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΓΙΑΝΝΙΟΥ ANNA
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Θ. ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΣ,

ΧΑΝΙΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2004

Αφιερωμένη στους γονείς μου και στις αδερφές μου.

Ευχαριστίες

Για την επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας εκτός από την γράφουσα συνέβαλλαν και άλλα άτομα τα οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω. Αρχικά να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Θ. Μαρκόπουλο για τις παρατηρήσεις του και τον χρόνο που διέθεσε ώστε η εργασία να είναι πιο ολοκληρωμένη.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Κ. Κομνίτσα καθηγητή του τμήματος ΜΗΧΟΠ του Πολυτεχνείου Κρήτης, για την παροχή βιβλιογραφίας. Επίσης τις κ. Νιόβη Χρυσσομαλίδου, καθηγήτρια του τμημ. Αρχιτεκτόνων του ΑΠΘ και την κ. Μαριαλένα Νικολοπούλου για την επίλυση αποριών μου σχετικά με το θέμα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	8
ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	8
1.1. Τι είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ;	8
1.2. Αστικό περιβάλλον και κλίμα	10
1.3. Φαινόμενο θερμικής νησίδας	10
1.4. Η κυκλοφορία του αέρα στον αστικό χώρο	12
1.5. Φαινόμενο αστικής χαράδρας	13
1.6. Οι επιπτώσεις των κτιρίων στο περιβάλλον	13
1.7. Στρατηγικές για τον ενεργειακό σχεδιασμό	15
1.7.1. Ανεμοφράκτες	15
1.7.2. Διαχείριση οικοπέδου για βελτίωση του ηλιακού κέρδους	17
1.7.3. Αστικές περιοχές	19
1.8. Οδηγίες για την βελτιστοποίηση του μικροκλίματος σε υπαρκτά αστικά σύνολα και νέους οικισμούς	20
1.8.1. Πώς να μειώσουμε τα θερμικά κέρδη	21
1.8.2. Πώς να αυξήσουμε τις θερμικές απώλειες	24
1.9. Στρατηγικές για τα σύγχρονα κτίρια	26
1.10. Στρατηγικές για τα οικόπεδα	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	28
ΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	28
2.1. Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου	29
2.2. Ο ρόλος της θερμικής μάζας κατά την θερινή περίοδο	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	32
Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	32
3.1. Ιδιότητες των υλικών- νέα υλικά	33
3.2. Ο ρόλος των υλικών στην πόλη	38
3.3. Ο ρόλος του πρασίνου	39
3.4. Υλικά εξωτερικών χώρων	40
3.5. Χρώματα- βαφές	42
3.6. Συνθετικά υλικά	43
3.7. Μέταλλα	45
3.8. Οικοδομικά υλικά πετρωμάτων	46
3.9. Θερμομονωτικά υλικά	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	53
Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	53
4.1 Βιοκλιματικά κριτήρια και αρχές σχεδιασμού στις πόλεις	54
4.1.1 Ηλιασμός και ηλιοπροστασία	55
4.1.2 Θερμική αδράνεια	55
4.1.3 Φυσικός αερισμός	56
4.1.4 Φυσικός δροσισμός	56
4.2 Η συμβολή της φυτοκάλυψης στη διαμόρφωση των βιοκλιματικών συνθηκών του αστικού χώρου	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	61

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΛΑΙΩΝΑ- Η ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	61
5.1. Η Ευρύτερη περιοχή του Ελαιώνα	61
5.2. Πάρκο Πέτρου Ράλλη	63
5.3. Πάρκο Αγίας Άννης	65
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ	69

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η αποτύπωση των τάσεων που υπάρχουν στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική και ειδικότερα στην πολεοδομία και στους υπαίθριους χώρους των πόλεων. Το θέμα είναι ιδιαίτερα ευρύ και πολύ δύσκολο να καλυφθεί πλήρως. Οι παράγοντες που το επηρεάζουν είναι επίσης πολλοί. Τα τελευταία χρόνια αναφέρονται συχνά οι έννοιες της Οικολογικής Δόμησης, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός, Αειφόρος ή Βιώσιμη Ανάπτυξη. Όλες αυτές οι έννοιες έχουν ένα κοινό, την έννοια της αειφορίας.

Η έννοια της αειφόρου και βιώσιμης ανάπτυξης των πόλεων εξαρτάται από την διαμόρφωση των κατάλληλων συνθηκών για την ανάπτυξη ενός πλέγματος ενεργειών που εξασφαλίζουν την λειτουργία, την ροή ενέργειας και την ανακύκλωση στα αστικά οικοσυστήματα.

Η υποβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος που αποτελεί μέρος της γενικότερης περιβαλλοντικής κρίσης, σε συνδυασμό με την προϊούσα αστικοποίηση σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν μεταβάλλει ριζικά της αντιλήψεις μας για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη των πόλεων. Την τελευταία εικοσαετία και κυρίως την τελευταία δεκαετία, με στόχο μια πιο αποτελεσματική και φιλοπεριβαλλοντική διαχείριση των αστικών περιοχών, νέες πολιτικές και πρακτικές αναζητούνται, υιοθετούνται και εφαρμόζονται.

Στόχος των νέων πολιτικών είναι να γίνουν οι ανθρώπινοι οικισμοί βιώσιμοι. Δηλαδή, να αναπτύσσονται και να λειτουργούν με βάση τις αρχές της ασφάλειας, της ισονομίας, της υγιεινής, της βιοκλιματικής δόμησης και γενικότερα της περιβαλλοντικής και οικολογικής πρόνοιας. Ο στόχος όμως αυτός, μόνο μέσα από ένα μοντέλο ολοκληρωμένου και ευέλικτου σχεδιασμού μπορεί να επιτευχθεί στη σημερινή πολύπλοκη και σύνθετη πραγματικότητα. Επομένως, η φροντίδα για το περιβάλλον σε οποιαδήποτε μορφή του, είναι πρωτίστως ζήτημα οργανωτικό. Στην περίπτωση αυτή η διαδικασία έχει την ίδια σημασία με την ουσία των προβλημάτων.

Επίσης η συνθετότητα και η πολυπλοκότητα των προβλημάτων έχει καταστήσει αναγκαία τη χρήση νέων μεθόδων διαχείρισης.

Η υιοθέτηση της αρχής της **βιώσιμης (αιιφόρου) ανάπτυξης** (δηλαδή της ανάπτυξης με σεβασμό στο περιβάλλον και στα δικαιώματα των μελλοντικών γενεών) επιβάλλει μια νέα γραμμή πλεύσης και για την πολιτική αναβάθμισης του αστικού περιβάλλοντος. Αυτό φυσικά, ισχύει ακόμα περισσότερο στην Ελλάδα, όπου τα αστικά κέντρα πάσχουν από έλλειψη οργάνωσης σε όλα τα επίπεδα με αποτέλεσμα να έχουν μετατραπεί σε «ανοχύρωτες» πολιτείες απέναντι σε κάθε φυσικό ή τεχνολογικό κίνδυνο και η ποιότητα ζωής σε αυτά να έχει υποβαθμιστεί δραματικά. Ειδικά στην περίπτωση των πολεοδομικών συγκροτημάτων, τα παραπάνω αποτελούν την αναγκαία συνθήκη, όχι μόνο για την περαιτέρω βελτίωση της περιβαλλοντικής κατάστασης αλλά και για αυτήν ακόμα την επιβίωση των κατοίκων τους, πράγμα το οποίο χρειάζεται σοβαρή και συστηματική προσπάθεια. Στην προοπτική μιας τέτοιας αντιμετώπισης του περιβάλλοντος των μεγάλων αστικών κέντρων (στη βάση πάντα της αιιφόρου ανάπτυξης) είναι ανάγκη να υπάρξουν συγκεκριμένες αρχές πολιτικής, αλλά και συγκεκριμένοι μηχανισμοί εφαρμογής (Μπεριάτος, 2002).

Το αντικείμενο του περιβαλλοντικού- βιοκλιματικού σχεδιασμού στην πόλη και στους υπαίθριους χώρους της περιλαμβάνει τους δρόμους μαζί με τους υπαίθριους χώρους που συνδέονται με αυτόν και το οικοδομικό τετράγωνο. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων στοχεύει κυρίως στην μείωση της κατανάλωσης των φυσικών πόρων και στην ενίσχυση της λειτουργίας της φύσης μέσα στην πόλη. Οι άνεμοι, το έδαφος, τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά, η βλάστηση και η πανίδα δεν είναι μεμονωμένες παράμετροι αλλά βασικά στοιχεία ενός ευρύτερου φυσικού οικοσυστήματος. Σε αυτό το πλαίσιο το αντικείμενο του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην πολεοδομία είναι:

- Η διευκόλυνση των κινήσεων των ανέμων, η οποία αφορά στον προσανατολισμό και τη λειτουργία των δρόμων, το ύψος, τη μορφή και τις διατάξεις των κτιρίων και τους υπαίθριους χώρους.
- Η διατήρηση ή αποκατάσταση του εδάφους αφορά στις κλίσεις του εδάφους, τη διαμόρφωση της επιφάνειας των δρόμων και των υπαίθριων χώρων, και τέλος τα στοιχεία φύτευσης.

- Η διευκόλυνση της φυσικής απορροής των νερών, που συνδέεται άμεσα με τη διατήρηση και αποκατάσταση του φυσικού εδάφους, το δίκτυο απορροής και συλλογής των όμβριων, και την προστασία των υπόγειων νερών.
- Η εξασφάλιση της βιοποικιλότητας, αφορά στην προστασία και διαμόρφωση φυσικών υπαίθριων χώρων και στοιχείων που μπορούν να αυτοσυντηρηθούν και να συντηρήσουν ζωικούς οργανισμούς.
- Η ανακύκλωση, η οποία αφορά την λειτουργία της φύσης αλλά και τη χρήση ανακυκλώσιμων πόρων και το σύστημα συλλογής-διάθεσης απορριμμάτων
- Η μείωση της κατανάλωσης των φυσικών πόρων, που είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και νερού στα κτίρια και στους δημόσιους χώρους, τα υλικά και την έκταση των τεχνητών διαμορφώσεων. (Α. Κοσμάκη, 2000)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΔΟΜΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Με τον όρο δομημένο περιβάλλον εννοούμε το σύνολο του χώρου όπου έχουν αναπτυχθεί υποδομές και κτίρια, τα οποία καλύπτουν ανάγκες διαμονής, εργασίας και αναψυχής των ανθρώπων.

Ανάλογα με το μέγεθος του κτιριακού συνόλου και των σχετικών υποδομών το δομημένο περιβάλλον χαρακτηρίζεται ως αστικό, ημιαγροτικό ή αγροτικό. Οι διαφοροποιήσεις των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν κάθε ένα από τα τρία αυτά σύνολα είναι προφανώς σημαντικές και αποτελούν αντικείμενο των σχετικών επιστημών, όπως είναι η χωροταξία, η πολεοδομία, η οικοδομική και η επιστήμη των υλικών.

Ιδιαίτερα ταχεία εξέλιξη των αστικών συνόλων, ιδίως στην Ευρώπη, όπου το 80% περίπου του πληθυσμού ζει σε αυτά, επιβάλλει μια αντίστοιχη εξέλιξη στις σχετικές επιστήμες και τεχνικές.



1.1. Τι είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ;

Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι δύσκολη. Η πολυμορφία των κτιρίων και η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, η ανομοιογένεια των περιβαλλοντικών συνθηκών και των χρήσεων, η πληθώρα των δομικών υλικών και προϊόντων, ο μεγάλος αριθμός των εμπλεκόμενων στην κατασκευή, η αντιφατικότητα των συμφερόντων και των

αντιλήψεων, τα διαφορετικά οικονομικά κοινωνικά και πολιτιστικά δεδομένα δυσχεραίνουν την διατύπωση ενιαίων και πρακτικών αξιολογικών κριτηρίων.

Ευκολότερη είναι η αρνητική προσέγγιση που βασίζεται σε συγκεκριμένα παραδείγματα:

- ο Ένα κτίριο με γυάλινη πρόσοψη, παραμορφωμένη από τα κλιματιστικά που έχουν προστεθεί εκ των υστέρων, για να κάνουν απλώς υποφερτή την παραμονή στο εσωτερικό του, δεν είναι προφανώς προϊόν οικολογικού σχεδιασμού.
- ο Το ίδιο ισχύει και για ένα επαρκώς ηλιαζόμενο διαμέρισμα σε έναν στενό δρόμο της Αθήνας, με ατμόσφαιρα πνιγηρή από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων και τις οσμές κουζίνας από τον ακάλυπτο. Μόνο που εδώ, δεν φταίει μόνο ο σχεδιασμός του κτιρίου, αλλά ο σχεδιασμός και η χωροθέτηση των γειτονικών κτιρίων, και επίσης η πολιτική χρήσεων γης σε ολόκληρη την πόλη.

Τα επίπεδα στα οποία εμφανίζονται τα προβλήματα που καλείται να επιλύσει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι:

- **Το δομημένο περιβάλλον:** Η συγκέντρωση κτιρίων με επιφάνειες που λειτουργούν ως θερμοσυσσωρευτές και που με τον όγκο τους εμποδίζουν την κυκλοφορία του αέρα, προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας και των αέριων ρύπων που με την σειρά τους μειώνουν την ένταση του ηλιακού φωτός. Οι μεταβολές αυτές αυξάνουν τις ανάγκες κλιματισμού και τεχνητού φωτισμού, επηρεάζουν την υγεία και επιδεινώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων των πόλεων.
- **Τα κτίρια:** Ο σχεδιασμός τους επηρεάζει καθοριστικά το ενεργειακό τους ισοζύγιο και την ποιότητα του εσωτερικού τους περιβάλλοντος που εξαρτάται από την αλληλεπίδρασή τους με τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες. Στον σχεδιασμό περιλαμβάνεται και η επιλογή των ενεργειακών συστημάτων για θέρμανση, κλιματισμό, παραγωγή ζεστού νερού κτλ.
- **Τα υλικά:** Τα δομικά υλικά δεν είναι περιβαλλοντικά ουδέτερα. Οι θερμικές τους ιδιότητες παίζουν σημαντικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου αλλά και του περιβάλλοντος χώρου, ενώ η χημική τους σύσταση μπορεί να έχει επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και στα οικοσυστήματα.

1.2. Αστικό περιβάλλον και κλίμα

Το κλίμα των πόλεων επηρεάζεται από το δομημένο περιβάλλον, το είδος και την κατασκευή των κτιρίων, την ανθρωπογενή παραγωγή θερμότητας, την ροή και την υγρασία του αέρα που συνήθως είναι μολυσμένος μέσα στις πόλεις. Η αυξημένη αστικοποίηση και η βιομηχανοποίηση των κατασκευών έχουν επιδεινώσει την ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος, ενώ η έλλειψη ελέγχου στην ανάπτυξη των πόλεων έχει επιφέρει σημαντικές κλιματικές αλλοιώσεις. Η αύξηση της πυκνότητας του δομημένου χώρου καθώς και η μείωση του αστικού πρασίνου συμβάλλουν προς την κατεύθυνση αυτή (Yannas S., 2001).

Οι κλιματικές παράμετροι που επηρεάζονται από το αστικό περιβάλλον, είναι αφενός η θερμοκρασία του αέρα και αφετέρου η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου. Δευτερευόντως, επηρεάζεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, η νέφωση και πιθανόν και το ύψος των βροχοπτώσεων. Η αυξημένη ρύπανση του αέρα μειώνει την ένταση και μεταβάλλει τα χαρακτηριστικά της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται μια πόλη. Η συγκέντρωση μικροσωματιδίων στον αέρα μειώνει την προσπίπτουσα ακτινοβολίας έως και 20%, ενώ η σκέδαση του φωτός αυξάνει σημαντικά την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία.

Δύο είναι τα φαινόμενα που κατά κύριο λόγο συντελούν στην μεταβολή της θερμικής και αεροδυναμικής συμπεριφοράς των πόλεων:

A) το φαινόμενο της θερμικής νησίδας που σχετίζεται με την ανάπτυξη υψηλότερων θερμοκρασιών στο κέντρο των πόλεων (Yannas S., 2001).

B) το φαινόμενο της αστικής χαράδρας που αφορά την μείωση της ταχύτητας και την αλλαγή της διεύθυνσης του ανέμου καθώς και την θερμοκρασιακή στρωμάτωση του αέρα στους δρόμους των πόλεων.

1.3. Φαινόμενο θερμικής νησίδας

Η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα σε πυκνά δομημένες αστικές περιοχές είναι συνήθως υψηλότερη από την αντίστοιχη θερμοκρασία των περιαστικών αγροτικών περιοχών. Το φαινόμενο της «αστικής θερμικής νησίδας», όπως

ονομάζεται είναι η αύξηση της θερμοκρασίας στις πόλεις και είναι γνωστό εδώ και ένα αιώνα. Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας παρατηρείται σε όλες τις πόλεις και είναι ίσως η πλέον προφανής από τις επιπτώσεις που προκαλεί η αστικοποίηση.

Η αύξηση της θερμοκρασίας στις πόλεις έχει σημαντικές ενεργειακές συνέπειες καθώς αυξάνει την ενεργειακή ζήτηση για τον κλιματισμό των κτιρίων. Για να καλυφθούν οι ανάγκες του κλιματισμού είναι αναγκαία η αύξηση των ηλεκτρικών φορτίων αιχμής και αυτό συντελεί στην αύξηση της παραγωγής ρύπων και κυρίως CO₂ από την επιπλέον κατανάλωση ενέργειας (Yannas S., 2001).

Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις γενικότερες κλιματικές συνθήκες, την τοπογραφία και το ανάγλυφο ενός τόπου και για τον λόγο αυτόν παρουσιάζει συνεχείς μεταβολές στον χρόνο και στον χώρο. Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι αποτέλεσμα θερμικού πλεονάσματος που προκαλεί διαταραχή του θερμικού ισοζυγίου των πόλεων. Οι κύριοι παράγοντες που συντελούν στην εμφάνιση του φαινομένου της θερμικής νησίδας είναι οι παρακάτω:

- Η γεωμετρία των κτιρίων και των αστικών δρόμων. Λόγω των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των δρόμων, μεγάλο μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τα κτίρια, τα πεζοδρόμια και την ασφαλτο προσπίπτει στις επιφάνειες των κτιρίων του δρόμου, υφίσταται πολλαπλές ανακλάσεις και, με αυτό τον τρόπο, παγιδεύεται και δεν διαφεύγει προς την ελεύθερη ατμόσφαιρα. Το γεγονός αυτό αυξάνει το θερμικό πλεόνασμα του συνόλου των εξωτερικών επιφανειών του δρόμου και άρα και την θερμοκρασία τους.

- Οι θερμικές και οπτικές ιδιότητες των υλικών. Λόγω των οπτικών και θερμικών ιδιοτήτων των υλικών, μεγάλο μέρος της θερμότητας που μεταφέρει η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται κατά την διάρκεια της ημέρας και εκπέμπεται την νύχτα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας τόσο κατά την διάρκεια της ημέρας όσο και της νύχτας.

- Η ανθρωπογενής θερμότητα. Παράγεται κυρίως από τις καύσεις των αυτοκινήτων και των σταθερών εγκαταστάσεων.

- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Συμβάλλει στην αύξηση της θερμικής ακτινοβολίας που ανακλάται από την ρυπασμένη ατμόσφαιρα και προσπίπτει στο σύνολο των επιφανειών της πόλης.

- Η μειωμένη εξατμισοδιαπνοή και εξάτμιση. Οφείλονται στην έλλειψη πρασίνου και επιφανειών νερού στις πόλεις.

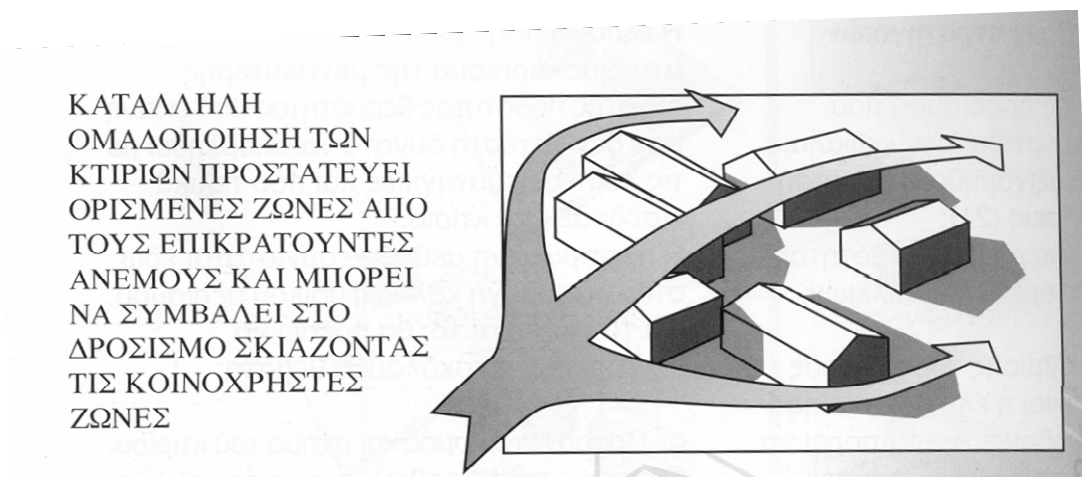
- Η μείωση της ροής του αέρα στους δρόμους. Τα κτίρια μειώνουν την ροή του αέρα και οι επιφάνειες των κτιρίων δεν ψύχονται επαρκώς.

Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας συντελεί στην αύξηση της θερμοκρασίας μιας πόλης τόσο κατά την διάρκεια της ημέρας όσο και της νύχτας. Η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ανάμεσα σε μια πόλη και την γειτονική της αγροτική περιοχή ονομάζεται 'ένταση της θερμικής νησίδας'. Με βάση τις υπάρχουσες μετρήσεις η ένταση της θερμικής νησίδας φτάνει έως και τους 15 βαθμούς Κελσίου, ενώ πρόσφατες έρευνες έχουν αποδείξει ότι υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην ένταση της θερμικής νησίδας και τον πληθυσμό των πόλεων (ΔΙΠΕ, 2000).

1.4. Η κυκλοφορία του αέρα στον αστικό χώρο

Η κυκλοφορία του αέρα στο αστικό περιβάλλον είναι ένα ιδιαίτερα σύνθετο φαινόμενο. Καθώς ο άνεμος πνέει από τις γειτονικές αγροτικές περιοχές προς την πόλη, οφείλει να προσαρμοστεί στις νέες συνθήκες που συναντά. Αυτό οδηγεί στην κατακόρυφη στρωμάτωση του αέρα.

Το αέριο στρώμα ανάμεσα στο έδαφος και στο ύψος των κτιρίων ονομάζεται «ατμοσφαιρικό στρώμα». Στην επιφάνεια του εδάφους, η ροή του αέρα ρυθμίζεται από τα χαρακτηριστικά της ροής του αέρα υπεράνω των κτιρίων καθώς και από τοπικά φαινόμενα όπως η τοπογραφία των δρόμων, το είδος και το ύψος των κτιρίων, η κυκλοφορία των οχημάτων και η βλάστηση (ΔΙΠΕ, 2000).



1.5.Φαινόμενο αστικής χαράδρας

Οι κατακόρυφες όψεις που περιβάλλουν έναν αστικό δρόμο δρουν όπως τα πλευρικά τοιχώματα μιας φυσικής χαράδρας που μεταβάλλει την στρωμάτωση των θερμοκρασιών και τα ανεμολογικά δεδομένα, ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και την απορροφητικότητα των επιφανειών.

Η κυκλοφορία του αέρα καθώς και η κατανομή της θερμοκρασίας σε έναν αστικό δρόμο, είναι απόλυτα απαραίτητες πληροφορίες για τον ορθό ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων, τον υπολογισμό της κατανομής της ρύπανσης γύρω από τα κτίρια καθώς και για τον σχεδιασμό συστημάτων αερισμού (ΔΙΠΕ, 2000).

1.6. Οι επιπτώσεις των κτιρίων στο περιβάλλον

Σε όλα τα στάδια της ζωής τους (από την κατασκευή, την χρήση, την συντήρηση, την ανακαίνιση ως την κατεδάφισή τους) τα κτίρια έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα ζωής και την υγεία, τόσο αυτών που τα κατοικούν, όσο και των περιοίκων. Η κατασκευή των κτιρίων καταναλώνει μεγάλες ποσότητες φυσικών πόρων (αδρανή υλικά, ορυκτά, ξύλο και νερό) καθώς και ενέργεια. Η θέρμανση, ο κλιματισμός, η παραγωγή ζεστού νερού, ο τεχνητός φωτισμός απαιτούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας και συνεπάγονται έμμεσες ή άμεσες εκπομπές ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα.

Η ρύπανση του αέρα από την κατασκευή και λειτουργία των κτιρίων έχει επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (σε τοπικό επίπεδο) και συντελεί στη δημιουργία φαινομένων όπως είναι η όξινη βροχή (σε περιφερειακό επίπεδο) και η αλλαγή του κλίματος που οφείλεται στην αύξηση των συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (σε πλανητικό επίπεδο).

Επίσης πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή, την συντήρηση και την ανακαίνιση των κτιρίων περιέχουν τοξικές ουσίες που με τη σειρά τους ρυπαίνουν τον αέρα και τα νερά και προκαλούν βλάβες στην υγεία των ανθρώπων και στα φυσικά οικοσυστήματα. Οι ουσίες αυτές εμπεριέχονται και στα

υλικά κατεδαφίσεως που μαζί με τα δομικά κατάλοιπα συνιστούν ιδιαίτερη κατηγορία στερεών αποβλήτων.

Η χωροθέτηση και η ανέγερση ενός νέου κτιρίου επηρεάζει το χώρο και έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον που εκτείνονται από την διατάραξη του τοπίου, την μείωση των ελεύθερων χώρων και των χώρων πρασίνου, την όχληση των περιοίκων (στέρηση θέας, θόρυβος, κατάληψη ελεύθερων χώρων στάθμευσης), την επέκταση των δικτύων παροχής (ηλεκτρικό, νερό, τηλέφωνο κτλ.), την αποχέτευση και αποκομιδή των απορριμμάτων, την αύξηση του κυκλοφοριακού φόρτου, ως την μεταβολή της κυκλοφορίας του αέρα και την αλλαγή του τοπικού μικροκλίματος.

Αντίστροφα, κάθε νέο κτίριο δέχεται επιδράσεις από το δομημένο και φυσικό περίγυρό του, τις υφιστάμενες γενικότερα οχλήσεις, την ρύπανση και το αλλαγμένο μικροκλίμα. Αυτό έχει άμεση επίδραση στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου και την ποιότητα ζωής αυτών που το χρησιμοποιούν.

Οι αρνητικές επιπτώσεις από την κατασκευή ενός κτιρίου (και την συνεπαγόμενη επέκταση του δομημένου έναντι του φυσικού περιβάλλοντος) δεν είναι δυνατόν να εξαλειφθούν πλήρως, όπως δεν είναι δυνατόν να εξαλειφθούν οι επιπτώσεις του «τροποποιημένου» περιβάλλοντος στα νέα ή στα παλαιά κτίρια. Είναι όμως δυνατόν να περιοριστούν δραστικά με τον κατάλληλο σχεδιασμό και την κατάλληλη επιλογή των δομικών υλικών και των ενεργειακών συστημάτων.

Η απλή βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των κτιρίων, μολονότι είναι επιθυμητή, δεν επαρκεί από μόνη της για να επιλύσει το γενικότερο πρόβλημα της επιβάρυνσης του αστικού χώρου που δημιουργείται από τη σύγχρονη ανάπτυξη: αισθητική υποβάθμιση, εκθετική αύξηση της κυκλοφορίας, γκετοποίηση πολεοδομικών συγκροτημάτων, περιορισμός των ελεύθερων χώρων, υποβάθμιση και ερήμωση των ιστορικών κέντρων.

Αντίθετα, η στροφή προς μια ανάπτυξη που παρέχει τις βασικές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές υπηρεσίες σε όλους τους κατοίκους μιας πόλης, όντας ταυτόχρονα συμβατή προς τις αρχές της αποτελεί έναν γενικό στόχο με τον οποίο πρέπει να συνταχθεί η κατασκευή φιλικών προς το περιβάλλον κτιρίων.

1.7. Στρατηγικές για τον ενεργειακό σχεδιασμό

Για να κατασκευαστεί το κατάλληλο κτίριο για το συγκεκριμένο κλίμα πρέπει να υπάρχει πλήρης αντίληψη των κλιματικών χαρακτηριστικών του οικοπέδου. Το χειμώνα θα απαιτούνται ηλιακά κέρδη θερμότητας, ενώ το καλοκαίρι οι στόχοι θα είναι ακριβώς οι αντίθετοι. Ο σκοπός είναι να χρησιμοποιηθούν τα φυσικά στοιχεία για να δημιουργηθεί ένα ευχάριστο μικροκλίμα για τις θερμικές ανάγκες του κτιρίου και συγχρόνως να περιορίσει τις επιπτώσεις τυχόν ανεπιθύμητων παραγόντων. (R. Colombo et al, 1995)

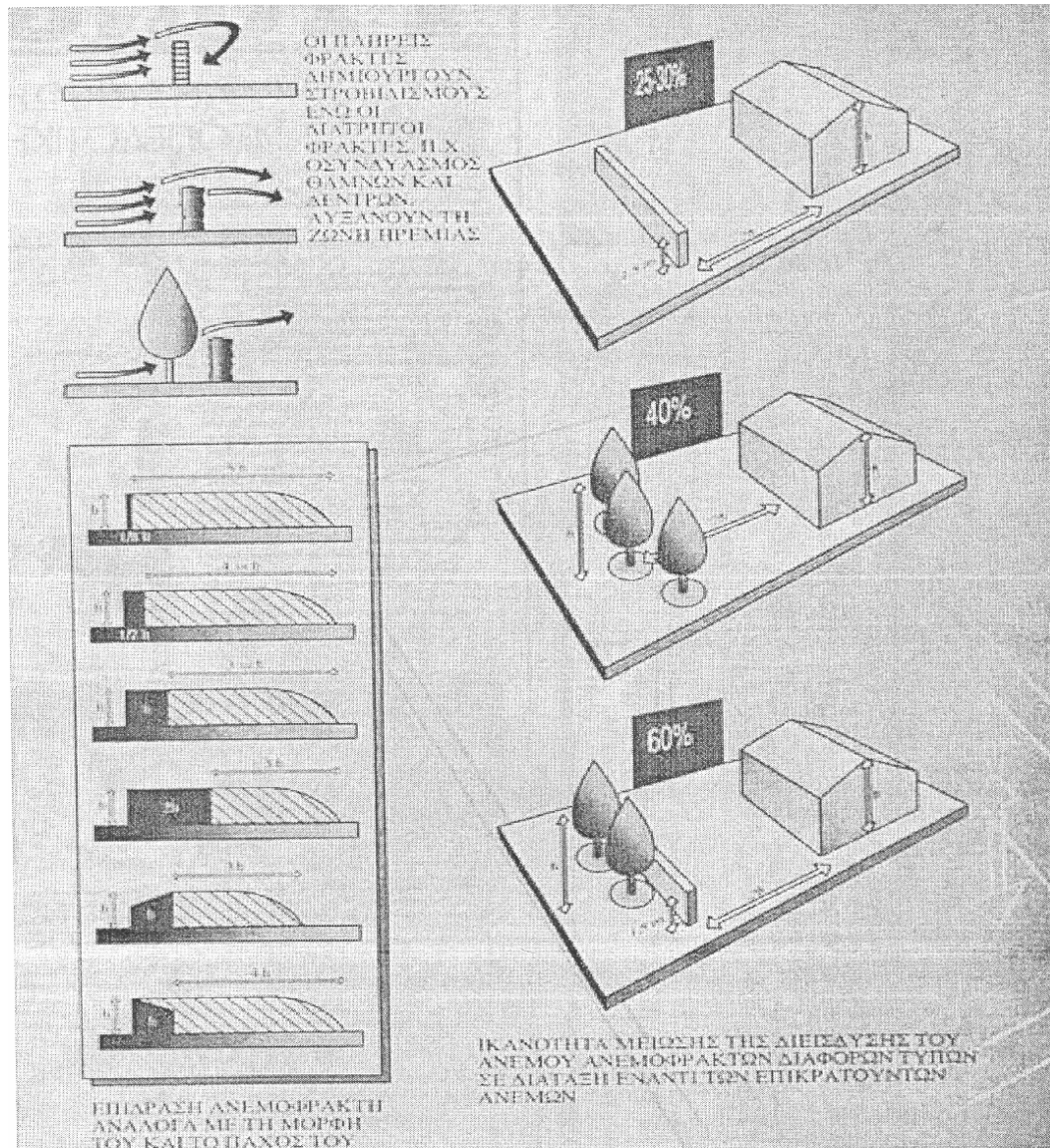
Με την ανάλυση του οικοπέδου διαπιστώνεται το είδος των ανέμων στους οποίους είναι εκτεθειμένο το κτίριο και εξετάζεται κατά πόσο μπορεί να βελτιωθεί η κατάσταση μέσω παρεμβάσεων, που υπόσχονται τροποποίηση του κλίματος. Αν η θέση του κτιρίου είναι ελεύθερη μέσα στο οικόπεδο, τότε προτιμούνται οι ήρεμες ζώνες, ή χρησιμοποιούνται φυτεύσεις για να δημιουργηθούν, ενώ οι κατακόρυφες προεξοχές αποφεύγονται με εξαίρεση τα υγρά και τα θερμά κλίματα. Επίσης αποφεύγονται τα πολύ επίπεδα εδάφη ή τα μικρά κοιλάματα (λακκούβες), όπου υπάρχει κίνδυνος να λιμνάζουν τα νερά. Ένα ιδεώδες οικόπεδο παρουσιάζει κλίση από 2% έως 4%. Συνήθως όμως δεν υπάρχει η δυνατότητα ευελιξίας και με επιλογή κατάλληλων στοιχείων κατασκευής γίνεται προσπάθεια να περιοριστούν οι δυσμενείς επιπτώσεις από το κλίμα. (R. Colombo et al, 1995)

1.7.1. Ανεμοφράκτες

Εκτός από τα κατασκευαστικά στοιχεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και φυτικοί φραγμοί για τον έλεγχο της κυκλοφορίας του αέρα. Οι περιφράξεις, οι θάμνοι, τα δέντρα και άλλα αντικείμενα που χρησιμοποιούνται ως ανεμοφράκτες δημιουργούν ζώνες ηρεμίας. Οι ανοιχτοί φραγμοί όπως είναι τα δένδρα και οι θάμνοι, παρέχουν μέγιστη μείωση της ταχύτητας του ανέμου κατά 50% περίπου σε απόσταση ίση προς το πενταπλάσιο του ύψους τους.

Το ύψος και το σχήμα του εμποδίου επηρεάζουν αποφασιστικά την αποτελεσματικότητα της προστασίας. Κατά γενικό κανόνα, όσο λεπτότερο είναι το στοιχείο της προστασίας, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η προστατευόμενη ζώνη. Αυτό

σημαίνει πως το πλάτος του εμποδίου δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1/10 του ύψους του (R. Colombo et al, 1995).



Πηγή: Εγχειρίδιο Σχεδιασμού, 1995.

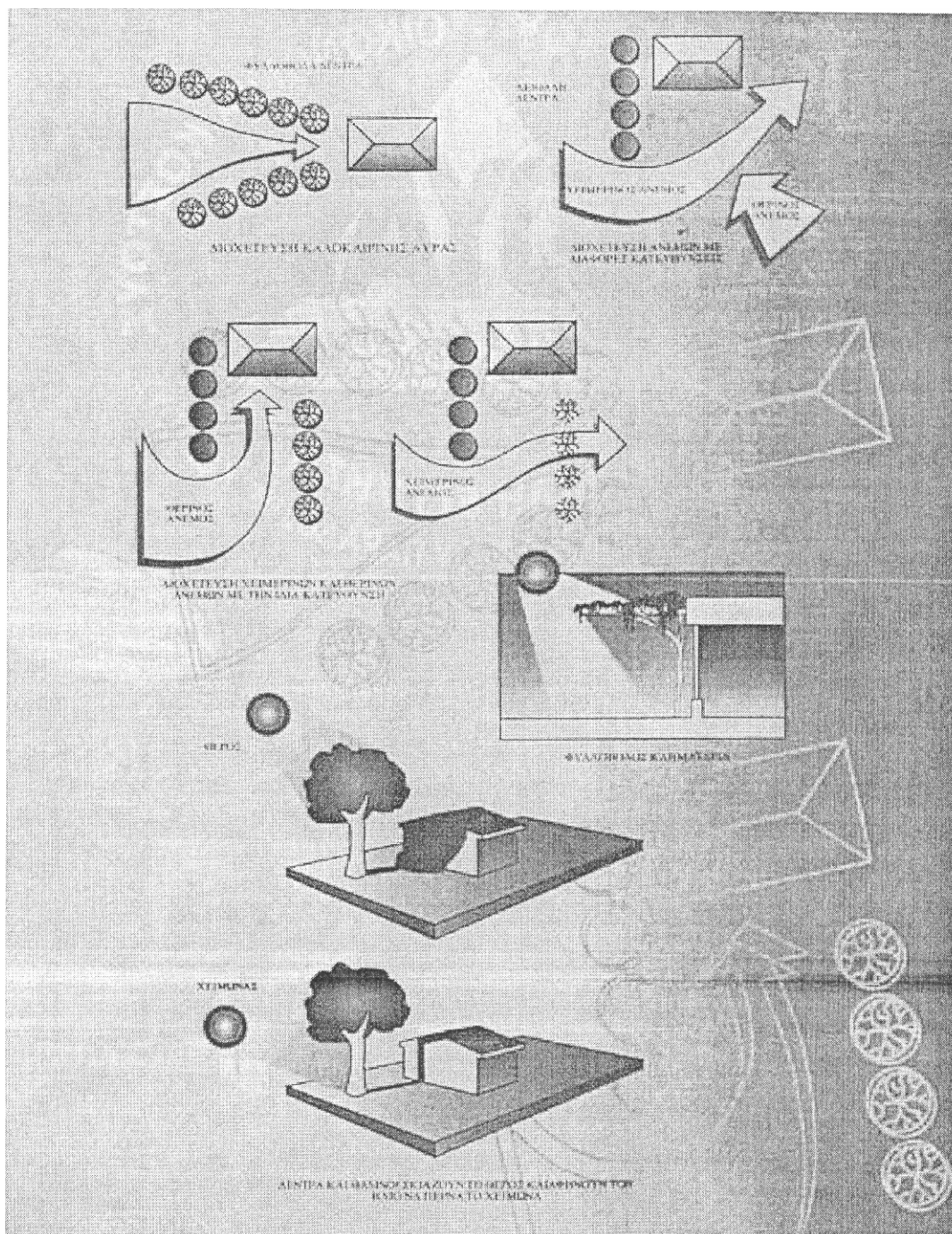
Ένα άλλο στοιχείο των εμποδίων είναι και η πυκνότητά τους. Οι πλήρεις περιφράξεις εξασφαλίζουν ζώνη μεγάλης ηρεμίας αλλά σε μικρή απόσταση, εξαιτίας του ότι ο άνεμος μετά το εμπόδιο επανακτά πολύ γρήγορα τα χαρακτηριστικά του. Τα πορώδη εμπόδια που αποτελούνται από δένδρα και θάμνους επιτρέπουν την διέλευση

ενός μέρους του αέρα, γεγονός που περιορίζει τους στροβιλισμούς στο ελάχιστο και δημιουργεί μια ευρύτερη ζώνη ηρεμίας. Διάφορες αναλύσεις που διεξήχθησαν στο Πανεπιστήμιο του Wisconsin, με χρήση εξελιγμένων προγραμμάτων προσομοίωσης, αποδείχθηκε πως οι καλύτεροι ανεμοφράκτες από άποψη περιορισμού της ταχύτητας του ανέμου είναι εκείνοι των οποίων το πορώδες κυμαίνεται μεταξύ 25% και 60%. Τα εμπόδια με πορώδες ίσο με 50% παρέχουν τη μεγαλύτερη προστασία σε αποστάσεις από 5-20 φορές του ύψους τους. Στην περιοχή αυτή η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται στο 30%. Τα εμπόδια με πορώδες 25% παρέχουν τη μεγαλύτερη προστασία σε απόσταση 4 φορές το ύψος τους. Στην ζώνη που βρίσκεται μεταξύ του τετραπλάσιου και εικοσαπλάσιου του ύψους, η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται έως και 60%. (R. Colombo et al, 1995)

1.7.2. Διαχείριση οικοπέδου για βελτίωση του ηλιακού κέρδους

Στο οικόπεδο που περιβάλλει το κτίριο εφαρμόζονται δύο βασικές στρατηγικές. Η πρώτη έχει ως στόχο τη βελτίωση και τον έλεγχο του ηλιακού κέρδους στο εσωτερικό του κτιρίου. Η δεύτερη επιδιώκει κυρίως να βελτιώσει τις επιδόσεις στο εσωτερικό του κτιρίου μέσω παρεμβάσεων στο εξωτερικό μικροκλίμα. Και στις δύο περιπτώσεις, τον σημαντικό ρόλο τον παίζει η επιλογή του είδους της κάλυψης του εδάφους γύρω από την κατοικία.

Το λευκό χαλί ή κάποια ανάλογη κάλυψη του εδάφους κατά μήκος της νότιας πλευράς της οικοδομής θα αυξήσει την αντανάκλαση από το έδαφος, και έτσι στην συνέχεια θα κατευθυνθεί προς την όψη του κτιρίου ένα μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ενέργειας. Οι θεωρητικές μελέτες με τρέχοντα υλικά μέσης αντανάκλαστικότητας δείχνουν ότι η προσπίπτουσα ενέργεια σε μια κατακόρυφη επιφάνεια αυξάνεται κατά 50-60% την περίοδο Δεκεμβρίου-Ιανουαρίου. Στο πλαίσιο της δεύτερης προσέγγισης θα χρησιμοποιηθεί μια σκούρα επιφάνεια κάλυψης γύρω από το κτίριο, αφού πρώτα αυτό θα έχει προστατευθεί από τον άνεμο, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια ζώνη με υψηλότερη θερμοκρασία ακτινοβολίας, που θα είναι ιδιαίτερα ευχάριστη κατά την διάρκεια του χειμώνα.



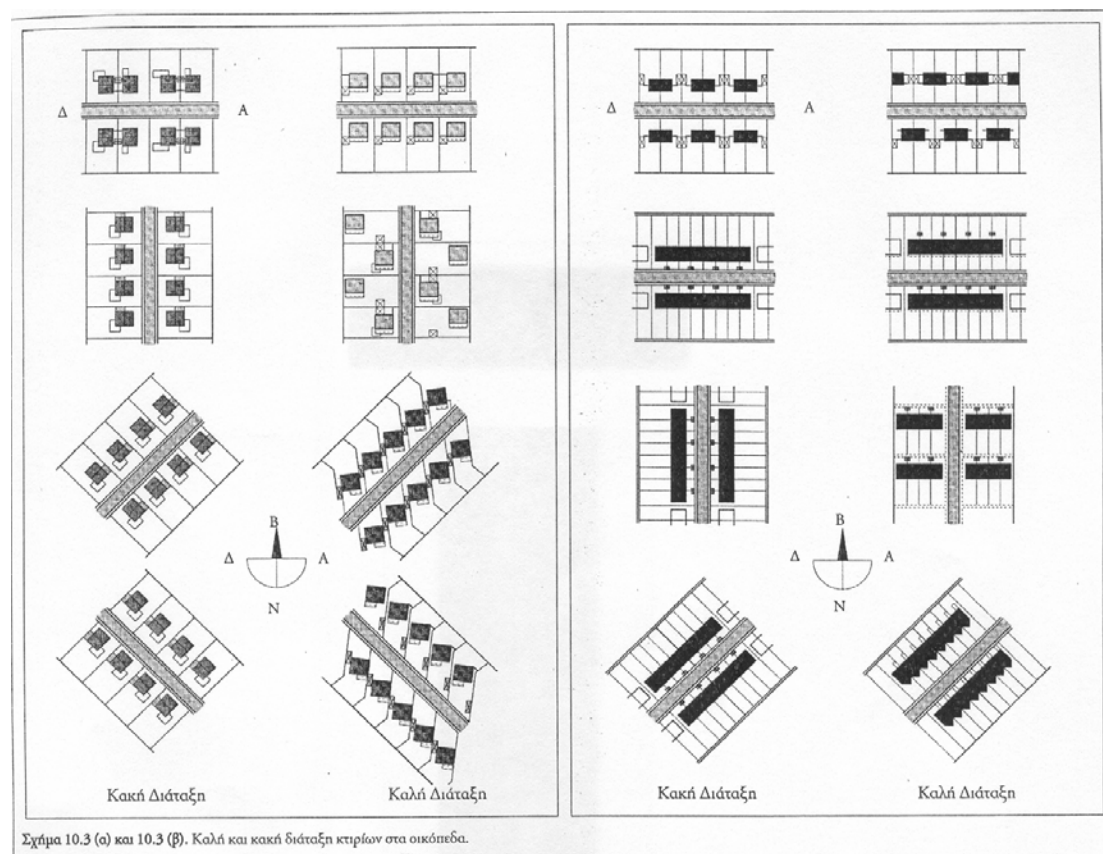
Πηγή: Εγχειρίδιο Σχεδιασμού, 1995.

1.7.3. Αστικές περιοχές

Στις αστικές περιοχές, το πιο συνηθισμένο πρόβλημα είναι η δυσχέρεια πρόσβασης στην ηλιακή πηγή, εξαιτίας των σκιάσεων που δημιουργούνται από τα γειτονικά κτίρια. Όταν η θέση κατασκευής, είναι ήδη δεδομένη, δεν υπάρχει άλλη επιλογή από την προσπάθεια διαρρύθμισης των υπαρχουσών συνθηκών. Στην περίπτωση αυτή προτείνεται παρέμβαση στο σύστημα μόνωσης. Όμως ακόμη και στο κέντρο της πόλης μπορεί κανείς να συναντήσει γειτονικούς κτιριακούς όγκους με διαφορετικά ύψη και με μικτές χρήσεις, κατοικίας και μη. Στην περίπτωση προτείνεται να προορίζονται οι ζώνες με μικρότερη ηλιακή πρόσβαση σε χρήσεις που αποδίδουν τα μέγιστα ηλιακά κέρδη και το αντίστροφο.

Διάταξη των οδών και ηλιακή πρόσβαση

Το σύστημα πρωτευουσών και δευτερευουσών οδών μιας αστικής περιοχής αποτελεί ένα από τα κύρια στοιχεία που επηρεάζουν τον βιοκλιματικό χαρακτήρα της περιοχής. Ο καλύτερος τρόπος είναι η απλή διάταξη σύμφωνα με τον άξονα ανατολή-δύση, διάταξη η οποία επιτρέπει τον προσανατολισμό περισσότερων κτιρίων προς τον νότο. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας είναι το πλάτος των οδών. Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται διατάξεις οδών.



1.8. Οδηγίες για την βελτιστοποίηση του μικροκλίματος σε υπαρκτά αστικά σύνολα και νέους οικισμούς

Η βελτίωση του μικροκλίματος σε ένα αστικό σύνολο προϋποθέτει μεταβολή του θερμικού ισοζυγίου. Η μείωση των θερμοκρασιών του περιβάλλοντος σε ένα υπάρχον ή ένα νέο αστικό σύνολο εξαρτάται από δύο παράγοντες:

- A) την μείωση των θερμικών κερδών
- B) την αύξηση των θερμικών απωλειών

Με τον όρο θερμικά κέρδη εννοούμε κυρίως:

- ο Την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία
- ο Την ανθρωπογενούς προέλευσης θερμότητα που εκλύεται είτε από τα μεταφορικά μέσα, τους καυστήρες και τις συσκευές.

Με το όρο θερμικές απώλειες εννοούμε κυρίως:

- ο Την μεγάλου μήκους (θερμική) ακτινοβολία που εκπέμπουν τα κτίρια και γενικότερα τα δομικά στοιχεία της πόλης.
- ο Την θερμότητα που απάγεται από τα κτίρια ή τους δρόμους μέσω του φαινομένου της μεταφοράς θερμότητας, το οποίο οφείλεται στην κίνηση του αέρα.
- ο Τις απώλειες θερμότητας μέσω του φαινομένου της εξατμισοδιαπνοής των φυτών.

Κατά τον σχεδιασμό της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί για την μείωση της θερμοκρασίας σε ένα υπάρχον αστικό σύνολο, ή σε μια νέα αστική μονάδα, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ιδιαιτερότητες της κάθε περίπτωσης. Οι βασικές αρχές και οδηγίες έχουν ασφαλώς γενική ισχύ, αλλά προφανώς, θα πρέπει να γίνεται η σχετική προσαρμογή και φυσικά η απαραίτητη μελέτη.



1.8.1. Πώς να μειώσουμε τα θερμικά κέρδη

Το σημαντικότερο ποσοστό των θερμικών κερδών σε ένα αστικό σύνολο προέρχεται από την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει τις επιφάνειες των κτιρίων και στην συνέχεια αποδίδεται στο εσωτερικό των κτιρίων ή στην πόλη με την μορφή θερμικής ακτινοβολίας.

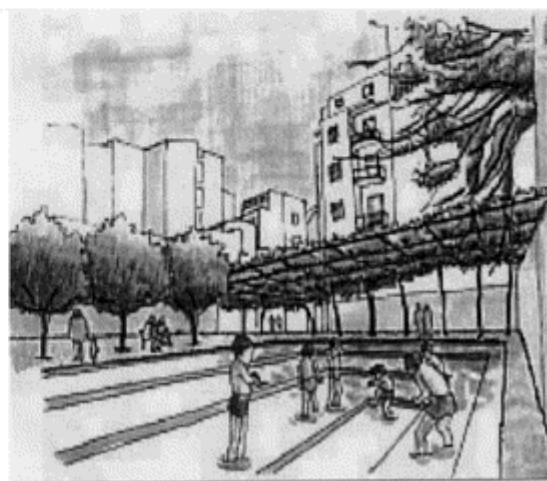
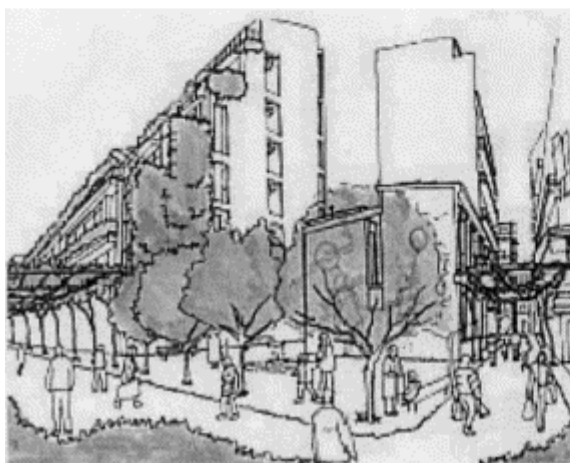
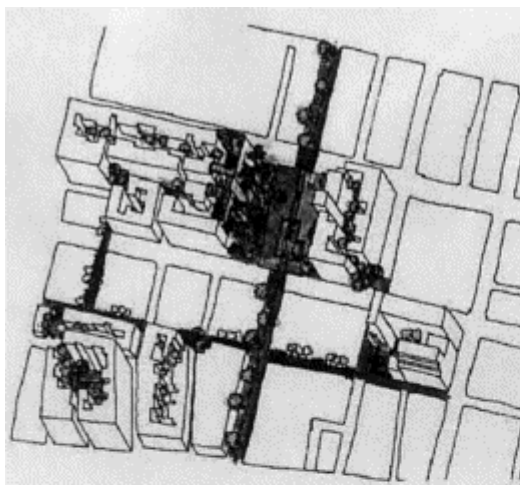
Απαραίτητη προϋπόθεση για την μείωση των θερμικών κερδών είναι, συνεπώς, η μείωση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Ο στόχος αυτός επιτυγχάνεται με την μορφή δύο στρατηγικών:

- ο Τον σκιασμό των επιφανειών
- ο Την μείωση της απορροφητικότητας των υλικών πάνω στα οποία προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία.

Οι δύο αυτές στρατηγικές συνοψίζονται στα κάτωθι μέτρα:

- ο Χρήση τεχνητών σκιάστρων
- ο Χρήση φυτών και δένδρων
- ο Αλληλοσκιασμός των επιφανειών
- ο Μείωση της απορροφητικότητας των επιφανειών
- ο Χρήση επικαλύψεων ανοικτού χρώματος
- ο Χρήση ψυχρών υλικών
- ο Αποφυγή υλικών υψηλής απορροφητικότητας

Τεχνικές σκιασμού



Ο σκιασμός μιας επιφάνειας πραγματοποιείται είτε:

- ο Με την χρήση σκιάστρων, όπως τέντες, πέργκολες, πετάσματα κλπ. Ο τρόπος αυτός ενδείκνυται για την ηλιοπροστασία διαφανών τμημάτων, παραθύρων, κλπ, που συνήθως βρίσκονται σε κατακόρυφη θέση. Η σκίαση δρόμων επιτυγχάνεται με τοποθέτηση κατάλληλων σκιάστρων στα ανώτερα τμήματα των κτιρίων στις δύο πλευρές του δρόμου. Η τεχνική αυτή εμποδίζει όμως την κίνηση του αέρα και δεν επιτρέπει την διαφυγή της θερμικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τα υλικά του δρόμου και των κτιρίων και είναι αποδοτική όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεγάλη και δεν είναι επιθυμητή η κίνηση του αέρα.

- Με την χρήση φυτών και δέντρων. Τα δέντρα μπορούν να προσφέρουν ηλιοπροστασία σε διαφανή και μη τμήματα κτιρίων καθώς και σε τμήματα της πόλης. Επίσης για την ηλιοπροστασία τοίχων χρησιμοποιούνται αναρριχώμενα φυτά. Το είδος αυτό του σκιασμού παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι συνδυάζεται με την εξατμισοδιαπνοή των φυτών και συμβάλλει στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα, ενώ δημιουργεί μια μικρή φυσική όαση στην πόλη. Παράλληλα, μειώνει την ταχύτητα του ανέμου, εκεί όπου δεν είναι επιθυμητή. Όμως, η χρήση φυτών πάνω ή κοντά σε αδιαφανή τμήματα εμποδίζει την εκπομπή της θερμικής ακτινοβολίας από αυτά.
- Με τον αλληλοσκιασμό των επιφανειών. Οι στενοί δρόμοι παρέχουν ηλιοπροστασία στο επίπεδο του δρόμου. Όμως η διάταξη αυτή ενδείκνυται μόνο για χαμηλού ύψους κτίρια, ώστε να εξασφαλίζεται η στοιχειώδης κυκλοφορία του αέρα.
- Με την μείωση της απορροφητικότητας των επιφανειών, στο ηλιακό φάσμα (αύξηση της ανακλαστικότητας) με την χρήση κατάλληλων υλικών στα κτίρια. Αυτό επιτυγχάνεται :
 - ✓ Με την χρήση βαφών ανοικτού χρώματος στην οροφή και τους τοίχους των κτιρίων.
 - ✓ Με την χρήση ψυχρών υλικών, στις οροφές και στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων. Επιφάνειες μεγάλης ανακλαστικότητας θα πρέπει να αποφεύγονται σε κατακόρυφες πλευρές που ανακλούν σε γειτονικά κτίρια, ώστε να μην προκαλούν θάμβωση.
 - ✓ Με την αποφυγή υλικών υψηλής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία για την επίστρωση των δρόμων και πεζοδρομίων όπως π.χ. η άσφαλτος. Αντίθετα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται διαχυτικά ανακλαστικά υλικά, ώστε να αποφεύγεται η θάμβωση των οδηγών στο επίπεδο του δρόμου, και να αποθηκεύεται η ελάχιστη δυνατή ακτινοβολία.
 - ✓ Με την αποφυγή της ανακλώμενης ακτινοβολίας από τα επίπεδα του δρόμου προς τα κτίρια._Αυτό μπορεί να επιτευχθεί εάν ο δρόμος είναι

πλατύς και τα κτίρια χαμηλού ύψους. Μια τέτοια διάταξη παρουσιάζει δύο επιπλέον πλεονεκτήματα. Αφενός επιτρέπει την απρόσκοπτη σχετικά κυκλοφορία του αέρα στο δρόμο της πόλης και αφετέρου επιτρέπει την διαφυγή της εκπεμπόμενης από τα υλικά μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας. Φυσικά, η διάταξη αυτή δεν επιτρέπει τον αλληλοσκιασμό των επιφανειών .

1.8.2. Πώς να αυξήσουμε τις θερμικές απώλειες

Οι θερμικές απώλειες σε ένα οικιστικό σύνολο οφείλονται στα εξής φαινόμενα:

- ❖ Στις εκπομπές υπέρυθρης (θερμικής) ακτινοβολίας από τα κτίρια και τις υποδομές της πόλης
- ❖ Στη μεταφορά θερμότητας (μέσω του αέρα) από την θερμή μάζα των κτιρίων και τις εγκαταστάσεις υποδομής της πόλης προς τον αέρα του περιβάλλοντος.
- ❖ Στην εξατμισοδιαπνοή και την εξάτμιση από το αστικό πράσινο και τις πιθανές υδάτινες επιφάνειες σε μια πόλη.

Αύξηση των απωλειών μέσω της θερμικής ακτινοβολίας επιτυγχάνεται όταν:

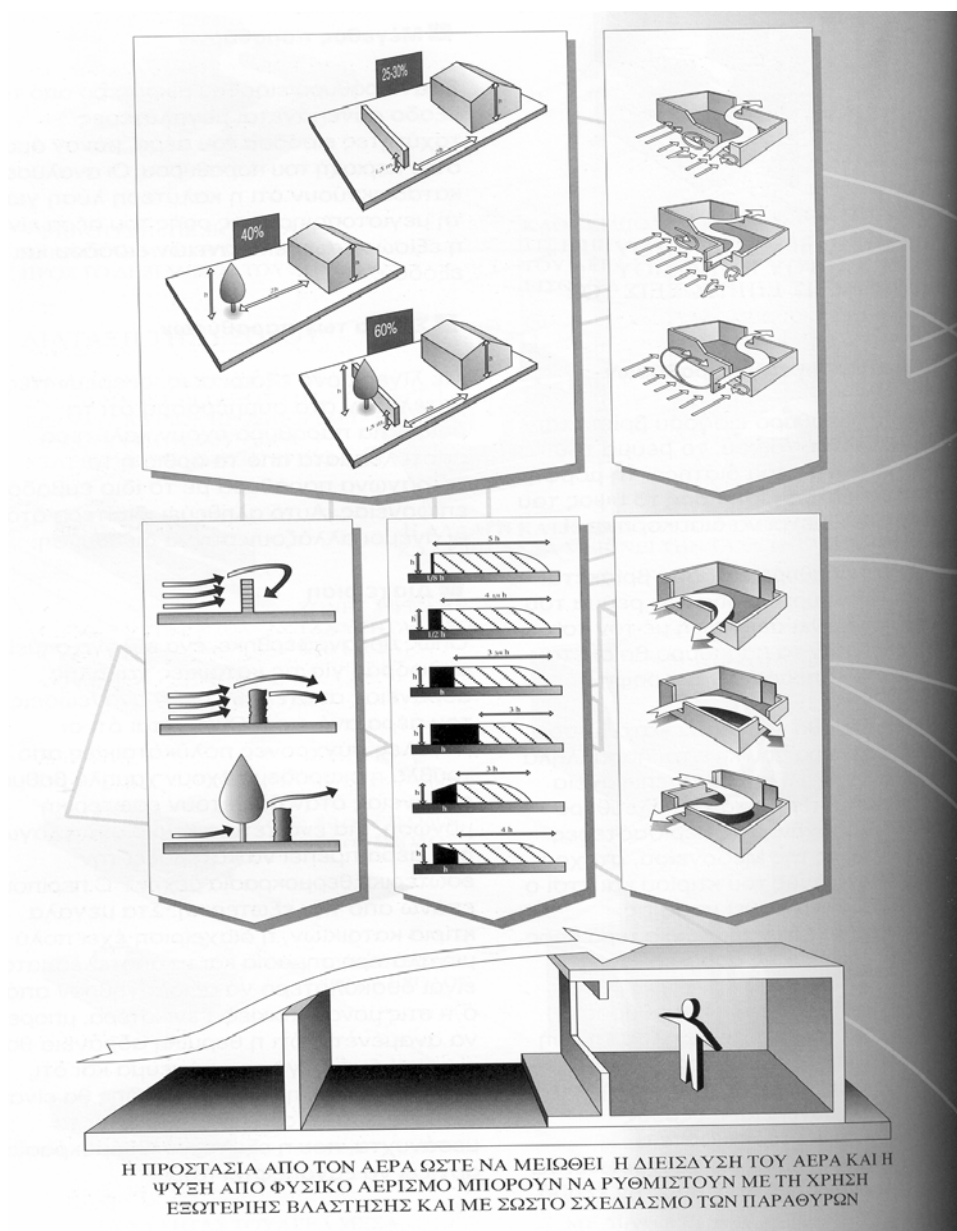
- ❖ Χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων, τους δρόμους και τα πεζοδρόμια, υλικά με μεγάλο συντελεστή εκπομπής (ψυχρά υλικά). Τα υλικά αυτά πρέπει να διαθέτουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία.
- ❖ Η θερμική ακτινοβολία διαφεύγει και δεν απορροφάται από τα κτίρια του δρόμου. Αυτό επιτυγχάνεται όταν το πλάτος του δρόμου είναι σχετικά μεγάλο σε σχέση με το ύψος των κτιρίων. Αυτή η διαμόρφωση των δρόμων παρουσιάζει και μια σειρά άλλα πλεονεκτήματα που ήδη έχουν αναφερθεί.

Αύξηση των απωλειών χάρη στη μεταφορά θερμότητας από τα θερμά κτίρια, στους δρόμους και τα πεζοδρόμια προς τον αέρα του περιβάλλοντος επιτυγχάνεται όταν:

- Η θερμοκρασία των επιφανειών είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του αέρα και η κίνηση του αέρα παράλληλα προς τις

επιφάνειες είναι απρόσκοπτη. Λαμβάνοντας υπόψη την ροή του αέρα στους αστικούς δρόμους, συμπεραίνουμε ότι σημαντικότερα ποσά θερμότητας μεταφέρονται όταν το πλάτος του δρόμου είναι μεγάλο και το ύψος των κτιρίων σχετικά μικρό.

- ο Το πλάτος του δρόμου είναι μικρό και το ύψος των κτιρίων μεγάλο. Τότε η ταχύτητα του αέρα στο δρόμο είναι μικρή και ο αερισμός των κτιρίων θα πρέπει να εξασφαλίζεται με ανοίγματα στην οροφή και στις πλευρικές επιφάνειες.



Αποδοτική εκμετάλλευση της λανθάνουσας θερμότητας από την εξατμισοδιαπνοή επιτυγχάνεται όταν τα φυτά και το πράσινο τοποθετούνται γύρω από το κτίριο κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται τόσο ο σκιασμός των διαφανών ή αδιαφανών τμημάτων του, όσο και η κυκλοφορία του αέρα εντός του κτιρίου. Ταυτόχρονα, πρέπει να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη εκπομπή της θερμικής ακτινοβολίας από το κτίριο. Τέλος, η φυτοκάλυψη του εδάφους, εξασφαλίζει χαμηλές επιφανειακές θερμοκρασίες και μείωση της θερμοκρασίας του αέρα. Όσον αφορά τον αστικό χώρο, είναι πλέον αποδεκτό, ότι είναι προτιμότερη η ύπαρξη πολλών σχετικά μικρών ή μεσαίων πάρκων σχετικά ομοιογενώς κατανεμημένων σε μια πόλη, παρά η ύπαρξη ενός μεγάλου και ενιαίου χώρου πρασίνου (ΔΙΠΕ, 2000).

1.9. Στρατηγικές για τα σύγχρονα κτίρια

Οι στρατηγικές για τα κτίρια όπως διαμορφώθηκαν από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στα πλαίσια του προγράμματος THERMIE, της Γενικής Διεύθυνσης Ενέργειας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Συστημάτων και Πληροφορικής του Κοινού Κέντρου Ερευνών παρουσιάζονται επιγραμματικά και είναι:

- Να προβλέπεται καλή μόνωση της στέγης και των δυτικών τοίχων.
- Να χρησιμοποιούνται καλά πλαίσια στα παράθυρα και τα διπλά υαλοστάσια, τουλάχιστον στο βόρειο και το δυτικό τμήμα.
- Να προβλέπεται διασύνδεση των χώρων διαμονής, ώστε να καθίσταται δυνατός ο διαμπερής αερισμός μέσω του κεντρικού αίθριου.
- Σε όλα τα ανοίγματα να τοποθετούνται καλά υπολογισμένα πρόστεγα.
- Τα δυτικά παράθυρα να προστατεύονται με εξωτερική μόνωση.
- Η κύρια είσοδος και όλες οι είσοδοι των διαμερισμάτων να χωρίζονται από τον εξωτερικό χώρο και από το κλιμακοστάσιο με διπλή πόρτα.
- Οι χώροι διαμονής να τοποθετούνται στους άνω ορόφους που διαθέτουν καλό ηλιακό κέρδος, με τους χώρους μη διαμονής στους κάτω ορόφους.

- Όταν εξασφαλίζεται επαρκής ηλιακή πρόσπτωση, να τοποθετούνται συστήματα άμεσου κέρδους στη νότια όψη της οικοδομής.
- Να επιλέγεται το μέγεθος και η μορφή των παραθύρων για το φυσικό δροσισμό.
- Στις επίπεδες στέγες να χρησιμοποιούνται ανοικτά χρώματα (R. Colombo et al, 1995).

1.10. Στρατηγικές για τα οικόπεδα

Ομοίως η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνέταξε και στρατηγικές για τα οικόπεδα όπως παρουσιάζεται παρακάτω:

- Οι πλακοστρώσεις και τα πεζοδρόμια να προστατεύονται με πυκνή αλλά χαμηλή φύτευση φυλλοβόλων δέντρων (π.χ. ιαπωνικές κερασσιές).
- Να χρησιμοποιείται πωρόλιθος για τις πλακοστρώσεις, κατά το δυνατόν.
- Η στέγη να προστατεύεται με φυτά αναρριχητικού τύπου που υποβαστάζονται από οριζόντια πέργκολα.
- Να χρησιμοποιούνται αναρριχητικά φυτά τύπου κισσού, ιδίως στις δυτικές όψεις της οικοδομής. Να επιλέγονται πάντα φυτά προσαρμοσμένα στο εκάστοτε κλίμα.
- Να τοποθετούνται φυτεύσεις στις όψεις των οικοδομών που θα προκαλούσαν εκτυφλωτικές αντανακλάσεις προς τα γειτονικά κτίρια. (R. Colombo et al, 1995).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

«Κέλυφος» ενός κτιρίου ονομάζεται το σύνολο των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, τα οποία καθορίζουν το εξωτερικό περίγραμμα του κτιρίου και διαχωρίζουν τον εσωτερικό από τον εξωτερικό χώρο. Ο τρόπος κατασκευής του κελύφους είναι καθοριστικός για την θερμική, και κατ' επέκταση την ενεργειακή, συμπεριφορά του κτιρίου και είναι σε μεγάλο βαθμό υπεύθυνος για την διαμόρφωση του εσωτερικού κλίματος του κτιρίου. Το κέλυφος επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα τους τρόπους με τους οποίους αλληλεπιδρά με το περιβάλλον.

Από το είδος, τον σχεδιασμό και την ποιότητα κατασκευής του κελύφους, εξαρτώνται μεταξύ άλλων:

- ✚ Η μετάδοση της θερμότητας από και προς το κτίριο που οφείλεται στην οριζόντια (αγωγή) και την κατακόρυφη κίνηση του αέρα (συναγωγή)
- ✚ Ο ρυθμός των λοιπών θερμικών απωλειών ή κερδών
- ✚ Η ανανέωση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου
- ✚ Η απαγωγή θερμικής ενέργειας
- ✚ Η εισροή της ηλιακής ενέργειας στο εσωτερικό του κτιρίου
- ✚ Η θερμοχωρητικότητα του κτιρίου (η ικανότητά του να αποθηκεύει θερμότητα)
- ✚ Οι στρατηγικές φυσικού αερισμού και φωτισμού που θα εφαρμοσθούν στο κτίριο
- ✚ Οι δυνατότητες αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- ✚ Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κτιρίου και ειδικότερα η συνεισφορά του στο φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας.

2.1. Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου

Η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του κελύφους του και ειδικότερα από:

✚ Τον προσανατολισμό του κτιρίου και την χωροθέτησή του στο οικόπεδο.

Τα στοιχεία αυτά, σε συνδυασμό με την διαμόρφωση των εξωτερικών χώρων και την χωροθέτηση των γειτονικών κτιρίων καθορίζουν μία σειρά σημαντικών παραμέτρων συμπεριφοράς του κτιρίου, όπως ο βαθμός του ηλιασμού και της απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας (ο οποίος πρέπει να είναι μέγιστος κατά την διάρκεια του χειμώνα και ελάχιστος κατά την διάρκεια του καλοκαιριού) ή τα χαρακτηριστικά ροής του ανέμου, τα οποία είναι δυνατόν να διαμορφωθούν κατά τρόπο ώστε να ενισχύεται ο αερισμός του κτιρίου και άρα ο βαθμός του φυσικού δροσισμού του.

✚ Την μορφή του κελύφους. (από τον λόγο των διαφανών επιφανειών προς τις αδιαφανείς) Η μορφή με την σειρά της καθορίζει την θερμική συμπεριφορά του κτιρίου σε συνάρτηση με τις κλιματικές παραμέτρους, καθώς και την σχέση του κτιρίου με τα γειτονικά κτίρια (για παράδειγμα τα κτίρια των οποίων τα κελύφη είναι «πανταχόθεν ελεύθερα» παρουσιάζουν σημαντικά μεγάλες θερμικές απώλειες από αυτά που είναι χτισμένα με το σύστημα της συνεχούς δόμησης).

✚ Τα υλικά κατασκευής των διαφανών και αδιαφανών τμημάτων του κελύφους, οι θερμικές ιδιότητες των οποίων καθορίζουν τα βασικά χαρακτηριστικά ενός κτιρίου, όπως τον συντελεστή θερμοδιαπερατότητας από τον οποίο εξαρτώνται οι θερμικές απώλειες που οφείλονται σε φαινόμενα συναγωγής. Καθορίζουν επίσης τον συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας μικρού μήκους κύματος που προσπίπτει στο κτίριο και άρα την ποσότητα των ηλιακών κερδών του κτιρίου, καθώς και την θερμική μάζα του κτιρίου.

✚ Τον σχεδιασμό των ανοιγμάτων του κελύφους που σε συνδυασμό με την μορφολογία και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής καθώς και με τον σχεδιασμό, την διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου και το σχήμα

του κτιρίου, καθορίζει τα επίπεδα αερισμού του κτιρίου και άρα το δυναμικό της χρήσης τεχνικών φυσικού και νυχτερινού αερισμού οι οποίες χρησιμοποιούνται για την μείωση των ενεργειακών αναγκών που έχει το κτίριο για δροσισμό (ΔΙΠΕ, 2000).



2.2. Ο ρόλος της θερμικής μάζας κατά την θερινή περίοδο

Στην διάρκεια της νύχτας, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι μικρότερες από τις εσωτερικές, είναι δυνατός ο δροσισμός της μάζας του κτιρίου με φυσικό αερισμό. Η χρήση ανεμιστήρων οροφής αυξάνει τον συντελεστή μεταφοράς θερμότητας και διευκολύνει την απαγωγή της θερμότητας από την μάζα των τοίχων. Ο αντικειμενικός σκοπός είναι η όσο το δυνατόν αύξηση της θερμικής διαπερατότητας του κτιρίου την νύχτα και η ελάττωση της στην διάρκεια της ημέρας.

Ο μηχανισμός του φαινομένου είναι ο εξής: κατά την διάρκεια της νύχτας ο αέρας του εξωτερικού περιβάλλοντος έχει συνήθως θερμοκρασία χαμηλότερη από την θερμοκρασία του εσωτερικού περιβάλλοντος και την θερμοκρασία των επιφανειών που απορρόφησαν θερμότητα κατά την διάρκεια της ημέρας. Η κίνηση του δροσερού αέρα απάγει την θερμότητα που έχει αποθηκευτεί στο κέλυφος του κτιρίου, με αποτέλεσμα την αισθητή μείωση των θερμοκρασιών των εσωτερικών επιφανειών. Το επόμενο πρωί, χάρη στην χρονική καθυστέρηση στην μεταφορά της θερμότητας και

στην απορρόφηση της θερμότητας από τις ψυχρές επιφάνειες των δομικών στοιχείων, η αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου καθυστερεί, παρά την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμική μάζα των δομικών στοιχείων, τόσο περισσότερος χρόνος απαιτείται για την άνοδο της θερμοκρασίας τους και τόσο καθυστερεί η άνοδος της θερμοκρασίας του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Με τον τρόπο αυτό, όχι μόνο μειώνεται η μέγιστη θερμοκρασία κατά την διάρκεια της ημέρας, και κατ' επέκταση το φορτίο δροσισμού του κτιρίου, αλλά καθυστερεί και ο χρόνος κατά τον οποίο παρουσιάζεται το μέγιστο της θερμοκρασίας. Το στοιχείο αυτό είναι σημαντικό καθώς το μέγιστο ψυκτικό φορτίο δεν συμπίπτει χρονικά με την μέγιστη ζήτηση ενέργειας και έτσι αποφεύγονται τα προβλήματα από την υπερφόρτωση του ηλεκτρικού δικτύου (στην περίπτωση που χρησιμοποιείται κλιματισμός) που παρουσιάζονται κατά τους θερινούς μήνες στα θερμά κλίματα (ΔΙΠΕ, 2000).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται στα κτίρια και στους υπαίθριους χώρους καθορίζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή συμπεριφορά του κελύφους. Ιδιαίτερα, η ανακλαστικότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και ο συντελεστής εκπομπής τους στην μεγάλη μήκους κύματος (θερμική) ακτινοβολία παίζουν καθοριστικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο των αστικών περιοχών.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε εξωτερικές επιφάνειες δέχονται την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας απορροφάται ενώ το υπόλοιπο ανακλάται. Είναι προφανές ότι η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας, τόσο στα κτίρια όσο και στις υπόλοιπες επιφάνειες των πόλεων, μειώνει την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία και διατηρεί τις επιφάνειες αυτές πιο δροσερές. Τα υλικά εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία. Η ισχύς της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας καθώς και του συντελεστή εκπομπής του υλικού. Υλικά με μεγάλο συντελεστή εκπομπής αποβάλλουν ευκολότερα την θερμότητα που απορροφούν.

Η χρήση κατάλληλων (από θερμική άποψη) υλικών στις πόλεις και τα κτίρια θεωρείται από τις σημαντικότερες πλέον παραμέτρους για την βελτίωση του κλίματος των αστικών περιοχών. Πρόσφατη μελέτη στις ΗΠΑ για την πόλη του Λος Άντζελες απέδειξε ότι και μόνο η χρήση ανοιχτόχρωμων επιφανειών συνδυασμένη με έντονη χρήση αστικού πρασίνου μπορεί να μειώσει κατά 18% (ή κατά 1,04 δισεκατομμύρια kWh) το κλιματιστικό φορτίο με ετήσιο οικονομικό κέρδος περί τα 100 εκατομμύρια δολάρια.

3.1. Ιδιότητες των υλικών- νέα υλικά

Η χρήση νέων υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία, (ανοιχτόχρωμα υλικά), όπως αναφέρθηκε, βοηθά σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας των επιφανειών και άρα στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα του περιβάλλοντος. Υλικά υψηλής ανακλαστικότητας θεωρούνται τα υλικά με συντελεστή ανακλαστικότητας πάνω από 0.6.

Ενδεικτικές τιμές ανακλαστικότητας για ορισμένα κοινά υλικά δίνονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 3.1 : Ανακλαστικότητα διαφόρων υλικών

Υλικό / Επιφάνεια	Ανακλαστικότητα
Δρόμοι	
Άσφαλτος	0,05-0,02
Τοίχοι	
Σκυρόδεμα	0,10-0,35
Τούβλο/ πέτρα	0,20-0,40
Λευκή πέτρα	0,8
Λευκό μάρμαρο	0,55
Λευκό τούβλο	0,30-0,50
Κόκκινο τούβλο	0,20-0,30
Σκουρόχρωμο τούβλο	0,2
Οροφές	
Ασφαλτόπανα	0,07
Άσφαλτος	0,10-0,15
Πίσσα και χαλίκια	0,08-0,018
Πλακάκια	0,10-0,35
Αυλακοειδής σίδηρος	0,10-0,16
Ειδική ανακλαστική οροφή	0,6-0,7
Χρώματα	
Λευκό	0,50-0,90
Κόκκινο, καφέ, πράσινο	0,20-0,35
Μαύρο	0,02-0,15

Πηγή: ΔΙΠΕ, 2000.

Πίνακας 3.2. Ανακλαστικότητα υλικών Αστικών Περιοχών

Υλικό / Επιφάνεια	Ανακλαστικότητα
Μέση ανακλαστικότητα αστικών περιοχών	
Διακύμανση	0,10-0,27
Μέση τιμή	0,15
Άλλα	
Ανοιχτόχρωμη άμμος	0,40-0,60
Ξερό γρασίδι	0,3
Έδαφος	0,3
Ξηρή άμμος	0,20-0,30
Φυλλοβόλα φυτά	0,20-0,30
Φυλλοβόλα δάση	0,15-0,20
Καλλιεργημένο έδαφος	0,2
Υγρή άμμος	0,10-0,15
Πευκοδάσος	0,10-0,15
Ξύλο	0,1
Σκουρόχρωμο καλλιεργημένο έδαφος	0,07-0,10

Πηγή: ΔΙΠΕ, 2000.

Πίνακας 2.3. Κατά προσέγγιση τιμές ικανότητας ανάκλασης φωτός από ένα κτίριο.

Υλικό	Ικανότητα ανάκλασης
Εσωτερικό	
Λευκή μπογιά	0,85
Λευκή ταπετσαρία	0,8
Ανοιχτή γκρι μπογιά	0,68
Κίτρινη μπογιά	0,64
Ξύλο- ελαφριά επένδυση	0,4
Πράσινη μπογιά	0,22
Πλακάκια	0,1
Χαλί σκούρα χρώματα	0,1
Εξωτερικό	
Χιόνι (πρόσφατο)	0,8
Πέτρα Portland	0,6
Άμμος	0,3
Τοιχοδομή (κόκκινη)	0,2
Πράσινη βλάστηση	0,1

Πηγή: Π. Κοσμόπουλος, 2004.

Πίνακας 3.4. Απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας από τα υλικά

Υλικό	Απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας%
Άσφαλτος	93
Έρημος	75
Γρασίδι	67
Λεπτή στρώση χιονιού	31
Χιόνι φρέσκο	43
Χιόνι παγωμένο	33
Φύλλα οξιάς	71
Ξηρή άμμος	82
Υγρή άμμος	91
Λευκή άμμος	45
Νερό όταν η γωνία του ήλιου προς την κατακόρυφο είναι:	
50°	90
60°	84
70°	74
80°	53
Αγροτικές καλλιέργειες	75
Φυλλοβόλα δάση	85
Κωνοφόρα δάση	95
Οπλισμένο σκυρόδεμα	55-80

Πηγή: www.spitia.gr

Η απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας επηρεάζεται από τα χρώματα των υλικών. Τα σκούρα χρώματα έχουν διπλάσια απορροφητικότητα σε σχέση με τα ανοιχτά. Τα υλικά κάλυψης των πεζοδρομίων και πλατειών και τα υλικά κατασκευής των επιφανειακών στρώσεων των δρόμων απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία συμμετέχοντας κατά μεγάλο ποσοστό στην θερμοκρασιακή ταυτότητα της πόλης. Το ποσοστό της συνολικής επιφάνειας της πόλης που καλύπτεται από το οδικό δίκτυο εξαρτάται από την πυκνότητα και τα πλάτη των δρόμων (www.spitia.gr).

Ερευνητικές προσπάθειες των τελευταίων χρόνων έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη υλικών με προηγμένα οπτικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Η κατηγορία αυτή των υλικών είναι γνωστή με το όνομα «ψυχρά υλικά». Τα υλικά αυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται στις προσόψεις και τις οροφές των κτιρίων καθώς και σε δρόμους ή πεζοδρόμια. Πρόσφατα το Lawrence Berkeley Laboratory δημοσίευσε μια εκτεταμένη βάση δεδομένων με τέτοια υλικά που είναι διαθέσιμα στην αγορά.

Τα υπάρχοντα ψυχρά υλικά για κτίρια συνήθως αφορούν τρεις κατηγορίες:

- Τα χρώματα και τις επικαλύψεις
- Τις μεμβράνες οροφής
- Τα κεραμίδια και τις πλάκες

Ψυχρά υλικά

Ψυχρά χρώματα που χρησιμοποιούνται σε επικαλύψεις οροφών και σε εξωτερικούς τοίχους, είναι τα λευκά και τα ανοιχτά χρώματα ή τα χρώματα αλουμινίου. Τα ‘ψυχρά’ λευκά χρώματα περιέχουν διαπερατά πολυμερή υλικά, π.χ. ακρυλικά, και ένα λευκαντικό συστατικό, όπως το οξείδιο του τιτανίου ή το οξείδιο του ψευδαργύρου, τα οποία όμως είναι τοξικά για τον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα (περιλαμβάνονται στον κατάλογο II του παραρτήματος των οδηγιών 76/464/ΕΟΚ και 80/68/ΕΟΚ για την προστασία των επιφανειακών και των υπόγειων νερών). Η ανακλαστικότητα των επικαλύψεων αυτών στο ηλιακό φάσμα είναι ιδιαίτερα υψηλή και κυμαίνεται περί το 70-80%. Ο συντελεστής εκπομπής είναι εξίσου υψηλός, περί το 91%.

Ανοιχτόχρωμες βαφές παρασκευάζονται με προσθήκη χρώματος σε λευκές βαφές. Η ανακλαστικότητά τους είναι κατά συνέπεια μειωμένη και κυμαίνεται από 0,4 έως 0,7, ανάλογα με την ποσότητα του προστιθέμενου χρώματος. Ο συντελεστής εκπομπής τους όμως παραμένει ο ίδιος όπως και για τα λευκά χρώματα. Τα χρώματα αλουμινίου παρασκευάζονται συνήθως από ασφαλικού τύπου ρητίνες που περιέχουν ρινίσματα αλουμινίου. Ο συνδυασμός πραγματοποιείται έτσι ώστε τα ρινίσματα αλουμινίου να συγκεντρώνονται στο ανώτερο στρώμα της επικάλυψης εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και

προστασία του ασφαλικού υποστρώματος από την υπέρυθρη ακτινοβολία. Η ανακλαστικότητα των χρωμάτων αλουμινίου κυμαίνεται στο 50%, αλλά ο συντελεστής εκπομπής τους είναι σχετικά μικρός (0,4-0,6).

Οι μεμβράνες οροφής συνήθως περιέχουν ένα 'ύφασμα' από fiberglass, ή πολυεστερικό υλικό, που συνδυάζεται με ένα ευέλικτο πολυμερές υλικό όπως η άσφαλτος και το EPDM (συνθετικό ελαστικό). Γενικά, οι μεμβράνες κατασκευάζονται από αδιάβροχα ευέλικτα και σκληρά υλικά και αποτελούνται από ένα ή από πολλαπλά στρώματα. Το χρώμα και η ανακλαστικότητα των μεμβρανών εξαρτώνται από την ανώτερη επιφάνειά τους, η οποία συνήθως φτάνει έως και 0,8 ενώ ο συντελεστής εκπομπής τους κυμαίνεται στο 0,9.

Τέλος, κατά τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί *πλακίδια ή κεραμικά* για το εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, που παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Ανάλογα με το χρώμα τους η ανακλαστικότητά τους κυμαίνεται από 0,3 έως 0,8, ενώ ο συντελεστής εκπομπής τους είναι συνήθως γύρω στο 0,9 (ΔΙΠΕ, 2000).

3.2. Ο ρόλος των υλικών στην πόλη

Οι πόλεις και εν γένει οι αστικές περιοχές παρουσιάζουν μειωμένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Οι κυριότεροι λόγοι είναι δύο:

1. οι σκουρόχρωμες επιφάνειες των κτιρίων και των δρόμων παρουσιάζουν μεγάλη απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, και
2. οι πολλαπλές ανακλάσεις της ηλιακής ακτινοβολίας που συμβαίνουν στον μεταξύ των κτιρίων χώρο αυξάνουν την απορρόφησή της.

Οι τυπικές τιμές ανακλαστικότητας των πόλεων κυμαίνονται γύρω στο 0,15-0,3 λόγω της πυκνότητάς τους, οι Ευρωπαϊκές πόλεις παρουσιάζουν συγκριτικά μικρότερη ανακλαστικότητα από τις γύρω από αυτές αγροτικές περιοχές. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η πόλη του Παρισιού παρουσιάζει κατά 16% μικρότερη ανακλαστικότητα από ότι ο περιβάλλον χώρος της.

Το είδος του χρησιμοποιούμενου υλικού καθώς και οι συνθήκες υπό τις οποίες χρησιμοποιείται καθορίζουν τα θερμοκρασιακά επίπεδα σε μια πόλη. Σκουρόχρωμα

υλικά μεγάλης απορροφητικότητας εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία, παρουσιάζουν έως και 25 βαθμούς Κελσίου υψηλότερη θερμοκρασία από αντίστοιχα υλικά μικρής απορροφητικότητας. Είναι χαρακτηριστική η κατανομή των θερμοκρασιών επιφάνειας κατά πλάτος δρόμου στην Πλατεία Συντάγματος στην Αθήνα. Όπως διαπιστώθηκε από σειρά σχετικών πειραμάτων, λευκόχρωμες σκιασμένες πλάκες παρουσιάζουν έως και κατά 25 βαθμούς Κελσίου χαμηλότερη θερμοκρασία από ότι η άσφαλτος (ΔΙΠΕ, 2000).

3.3. Ο ρόλος του πρασίνου

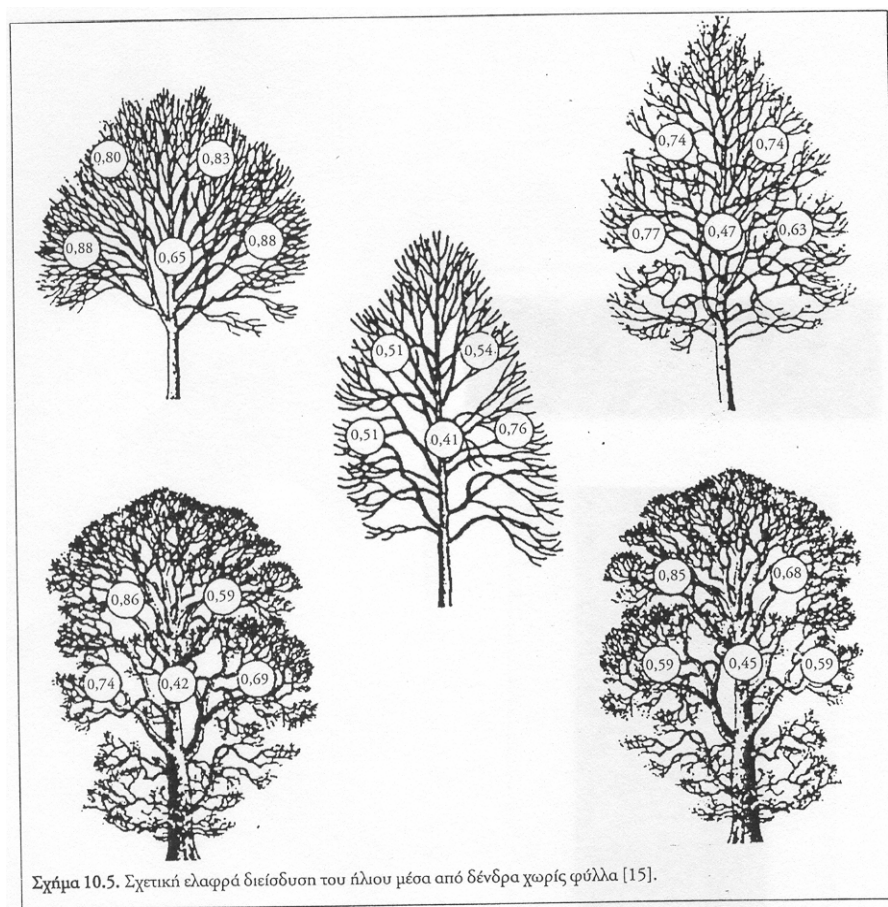
Τα δέντρα και το πράσινο γενικότερα, συνεισφέρουν σημαντικά στην μείωση της θερμοκρασίας των πόλεων και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Τα δέντρα προσφέρουν ηλιοπροστασία στα κτίρια, ενώ μέσω της εξατμισοδιαπνοής συντελούν στην μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Παράλληλα, τα δέντρα απορροφούν τον ήχο και τον θόρυβο, εμποδίζουν την διάβρωση που προκαλούν οι βροχοπτώσεις, φιλτράρουν επικίνδυνους ρύπους, και μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου.

Η εξατμισοδιαπνοή είναι ο κύριος μηχανισμός μέσω του οποίου τα φυτά συνεισφέρουν στην μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. Ως εξατμισοδιαπνοή ορίζεται ο μηχανισμός απώλειας νερού προς το περιβάλλον μέσω της αποβολής νερού από τα φύλλα των φυτών υπό μορφή υδρατμών. Η λανθάνουσα θερμότητα της εξατμισοδιαπνοής (δηλ. η θερμότητα που απαιτείται για την μετατροπή του νερού σε υδρατμούς) είναι πολύ μεγάλη (περίπου 2324 KJ/Kg νερού). Η θερμότητα αυτή αντλείται από τον αέρα του περιβάλλοντος, με αποτέλεσμα την τοπική μείωση της θερμοκρασίας. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα, ένα μεσαίου μεγέθους δέντρο εξατμίζει περί τα 1460 κιλά νερού κατά την διάρκεια μιας θερινής ημέρας. Ο δροσισμός που επιτυγχάνεται είναι ισοδύναμος με την λειτουργία πέντε μικρών κλιματιστικών συσκευών.

Η σημασία των δέντρων και φυτών στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι επίσης σημαντική. Όπως αναφέρεται, σε ένα δρόμο με υγιή ψηλά δένδρα, μπορεί να μειωθεί η συγκέντρωση σωματιδίων σκόνης έως και 7000 σωματίδια ανά λίτρο αέρα. Παράλληλα, τα δένδρα συνεισφέρουν στην μείωση του θορύβου. Μια

συστάδα δέντρων μήκους 33μ. και πλάτους 15μ. μειώνει τον θόρυβο ενός αυτοκινητόδρομου έως και κατά 50% (ΔΙΠΕ, 2000).

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται η διείσδυση του ήλιου σε ποσοστά μέσα από τα φύλλα των δένδρων (Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, 1996).

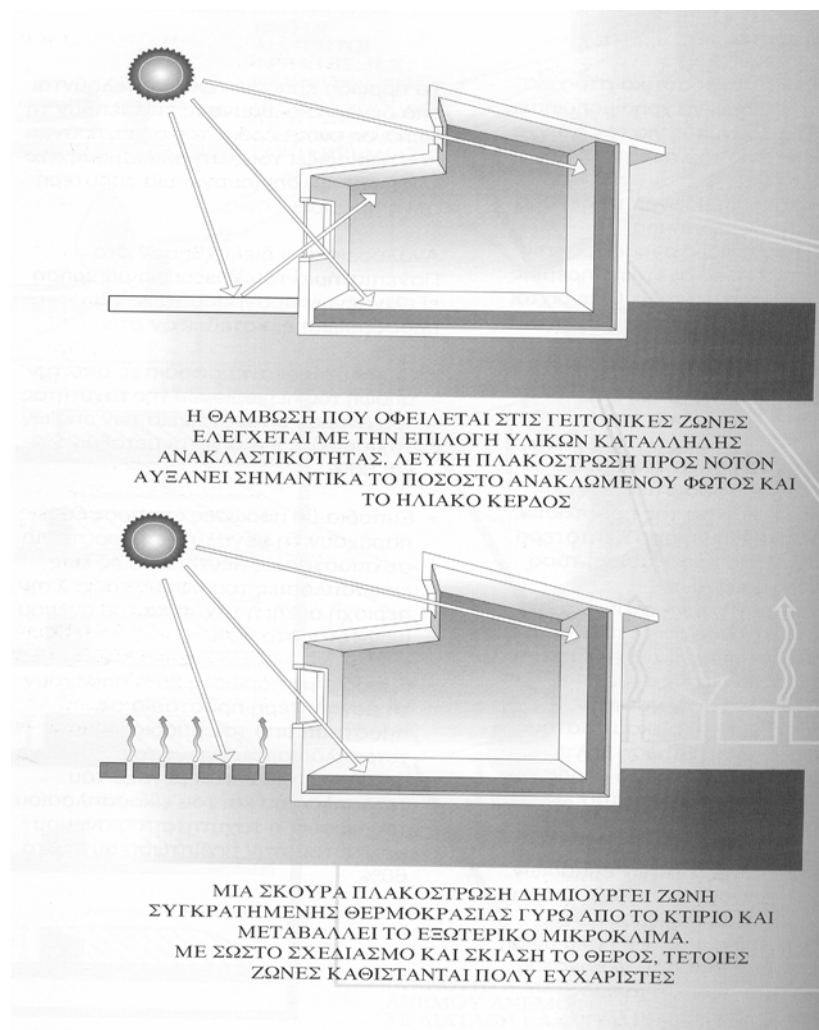


3.4. Υλικά εξωτερικών χώρων

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στους εξωτερικούς χώρους των κτιρίων θα πρέπει να ικανοποιούν τα παρακάτω κριτήρια:

Να συντελούν στην δημιουργία βέλτιστου θερμικού κλίματος στην περιοχή χρήσης τους. Για τις ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες ενδείκνυται η χρήση «ψυχρών υλικών», υλικών δηλαδή που παρουσιάζουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και μεγάλο συντελεστή εκπομπής.

Να μην υποβαθμίζουν το οπτικό περιβάλλον, δηλαδή να μην δημιουργούν θάμβωση και υπερφωτισμό.



Πηγή: Εγχειρίδιο Σχεδιασμού, 1995

Στους εξωτερικούς χώρους, η χρήση χημικής ξυλοπροστασίας στην ξυλεία είναι αναπόφευκτη. Όμως μπορεί να περιορισθεί αν ληφθούν τα παρακάτω μέτρα:

- Το ξύλο δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Για τις ξύλινες κολώνες να χρησιμοποιούνται μεταλλικές βάσεις.
- Πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα ξύλα (δρυς).
- Οι κάθετες τομές των κορμών πρέπει να καλύπτονται γιατί από αυτές εισχωρεί ευκολότερα η υγρασία.

- Οι ξύλινες κατασκευές και οι προσόψεις πρέπει να αερίζονται καλά από όλες τις πλευρές ώστε και οι εσωτερικές επιφάνειες να στεγνώνουν γρήγορα.
- Οι ξύλινες κατασκευές και οι προσόψεις πρέπει κατά το δυνατόν να προστατεύονται από την βροχή με στέγαστρα και η ποδιά των προσόψεων να είναι 30 εκατοστά πάνω από το έδαφος.
- Το ξύλο δεν πρέπει να υφίσταται μεγάλες φορτίσεις. Οι εντάσεις δημιουργούν ρωγμές στο ξύλο από τις οποίες εισδύει η υγρασία στο εσωτερικό του. Σε πολλές εφαρμογές η διάρκεια ζωής του ξύλου, ακόμη και χωρίς ξυλοπροστασία είναι μεγαλύτερη από την διάρκεια που απαιτεί η χρήση του. Στις περιπτώσεις αυτές δεν υπάρχει λόγος να χρησιμοποιούνται χημικά μέσα.

Αν όμως απαιτείται η χρήση χημικής προστασίας καλό είναι να χρησιμοποιούνται προϊόντα ξύλου που έχουν ήδη υποστεί χημική κατεργασία σε βιομηχανικό επίπεδο.

3.5. Χρώματα- βαφές

Τα χρώματα και οι βαφές ταξινομούνται με βάση τη σύνθεσή τους και τις ουσίες που περιέχουν. Τα κυριότερα συστατικά τους είναι οι συνδετικές ουσίες, οι διαλύτες, τα διογκωτικά και τα πρόσθετα. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των χρωμάτων είναι η απελευθέρωση κατά την εφαρμογή τους οργανικών ενώσεων. Είναι γνωστό πως η αυξημένη συγκέντρωση αρωματικών υδρογονανθράκων στο εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας στους ενοίκους.

Οι κυριότεροι εμπορικοί τύποι χρωμάτων και τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι:

- Ακρυλικές βαφές: είναι βαφές που περιέχουν ακρυλικές ρητίνες ως συνδετικά υλικά. Η περιεκτικότητά των οργανικών διαλυτών στις ακρυλικές βαφές είναι το 10% της αντίστοιχης των συμβατικών χρωμάτων, ενώ ο διαλύτης που χρησιμοποιείται είναι το νερό. Το μειονέκτημα τους είναι ότι περιέχουν επιβλαβή συστατικά όπως

αντιδιαβρωτικές ουσίες και έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την παραγωγή τους.

- Φυσικά χρώματα: το πλεονέκτημα των φυσικών χρωμάτων είναι η χρήση συστατικών φυτικής ή ζωικής προέλευσης, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους τύπους χρωμάτων που χρησιμοποιούν το πετρέλαιο ως βάση. Τα απόβλητα των φυσικών χρωμάτων είναι γενικά βίο-διασπώμενα. Από την άλλη μεριά, η χρήση αρωματικών υδρογονανθράκων στους διαλύτες αποτελεί πρόβλημα.
- Βραστές βαφές: οι βαφές αυτού του τύπου είναι φυσικές και παράγονται με μακράς διάρκειας βράσιμο φυτικών προϊόντων. Περιέχουν θειικό σίδηρο ως συντηρητικό, νερό και φυσικές χρωστικές. Το είδος αυτό βαφών προκαλεί μικρή ρύπανση και χρησιμοποιείται ευρέως στις Σκανδιναβικές χώρες αλλά δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εξωτερικά κουφώματα.
- Βαφές Alkyd: τα χρώματα αυτά περιέχουν alkyd ως συνδετικό προϊόν και αρωματικούς υδρογονάνθρακες ως διαλυτικά. Όλα τα συμβατικά χρώματα ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία. Εξελιγμένη μορφή το τύπου αυτού χρωμάτων είναι τα χρώματα με «υψηλή περιεκτικότητα σε στερεό» και το πλεονέκτημά τους είναι ότι περιέχουν μικρή ποσότητα οργανικών διαλυτών (ΔΠΠΕ, 2000).

3.6. Συνθετικά υλικά

Τα συνθετικά υλικά κατασκευάζονται με βάση το πετρέλαιο και καλύπτουν ένα τεράστιο φάσμα υλικών που είναι ευρύτερα γνωστά ως πλαστικά. Περίπου το 4% της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή συνθετικών υλικών. Το σημαντικότερο πρόβλημα των συνθετικών υλικών είναι η αποικοδόμηση και η αφομοίωσή τους. Δεδομένου ότι τα υλικά αυτά διασπώνται δύσκολα, προκαλούν μακράς διάρκειας ρύπανση στον αέρα, το νερό και το έδαφος. Η καύση των υλικών αυτών οδηγεί στην απελευθέρωση ιδιαίτερα επιβλαβών ουσιών, που

ποικίλουν ανάλογα με το είδος του υλικού και την ποιότητα της καύσης. Κατά τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί ανακυκλώσιμα συνθετικά υλικά, γνωστά ως θερμοπλαστικά, τα οποία αποικοδομούνται σε κοκκώδη υλικά.

Τα κυριότερα συνθετικά υλικά που χρησιμοποιούνται ως δομικά στοιχεία είναι:

Πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο, τα οποία είναι απλά πλαστικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σωλήνων, πλαστικών δαπέδων, μεμβρανών κ.α., και είναι θερμοπλαστικά και ανακυκλώσιμα. Παρασκευάζονται με διαδικασίες πολυμερισμού, ενώ οι εκπομπές κατά την παραγωγή τους είναι περιορισμένες και δεν προκαλούν ρύπανση κατά την χρήση τους.

Ασφαλτικά υλικά, που προέρχονται από ειδικούς τύπους πετρελαίου και περιέχουν ελάχιστη πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων. Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για την κάλυψη ορόφων, ενώ προκαλούν ρύπανση που οφείλεται στην έκλυση μακρομοριακών υδρογονανθράκων. Τα συνθετικά ασφαλτικά υλικά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν όμως αυτό συμβαίνει σπάνια.

EPDM, (καουτσούκ και ελαστομερή), είναι πολυμερή υλικά που παράγονται με βάση το μονομερές αιθυλένιο, το προπυλένιο και κυρίως το κυκλοπενταδιένιο. Η ρύπανση που προκαλείται κατά την παραγωγή τους είναι μικρή και αποτελεί ανακυκλώσιμο υλικό όμως απαιτείται πολλή ενέργεια για την παραγωγή τους.

Πολυουρεθάνη, η οποία παρασκευάζεται κυρίως από πετρέλαιο και φυσικό αέριο, είναι αποτέλεσμα πολυμερισμού ενώσεων που είναι βλαβερές για την ανθρώπινη υγεία. Τα προϊόντα της χρησιμοποιούνται ως μονωτικά, βερνίκια και κόλλες.

EPS (διογκωμένη ή διηλασμένη πολυστερίνη), η παραγωγή των οποίων προκαλεί εκπομπή βενζολίου και στυρενίου. Η ανακύκλωσή τους ενώ είναι δυνατή πραγματοποιείται σπάνια.

Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), είναι ένα από τα πιο συνηθισμένα συνθετικά υλικά. Είναι θερμοπλαστικό υλικό και παράγεται με βάση το πετρέλαιο και το χλώριο. Κατά την παραγωγή του διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα σημαντικές ποσότητες βινυλοχλωριδίου, το οποίο είναι καρκινογόνο, ενώ επίσης διαφεύγουν σημαντικές ποσότητες βινυλοχλωριδίου, υδραργύρου και διοξινών (ΔΠΕ, 2000).

3.7. Μέταλλα

Στον οικοδομικό τομέα χρησιμοποιείται μόνο μικρή ποσότητα μετάλλων. Τα μέταλλα χρησιμοποιούνται αυτούσια ως οικοδομικά υλικά είτε ως προσμίξεις σε άλλα δομικά συστατικά. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα των μετάλλων εντοπίζονται κυρίως στην διαδικασία της εξόρυξης καθώς και στην ενεργειακή κατανάλωση που απαιτεί η εξόρυξη και η επεξεργασία τους. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα τους είναι ότι ανακυκλώνονται. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα μέταλλα είναι:

Αλουμίνιο, το οποίο παράγεται από βωξίτη. Η επεξεργασία του βωξίτη (εξόρυξη και κατεργασία) προκαλεί τοπική ρύπανση του αέρα των νερών και αλλοίωση του τοπίου. Το αλουμίνιο είναι ανακυκλώσιμο υλικό, αλλά η διεργασία του είναι ενεργοβόρα.

Χάλυβας. Η παραγωγή του χάλυβα από τα μεταλλεύματα σιδήρου προκαλεί σημαντική ρύπανση, όμως η απαιτούμενη ενέργεια σε σχέση με άλλα μέταλλα είναι μικρότερη. Για την αποφυγή της διάβρωσής του συνήθως ο χάλυβας επεξεργάζεται με κράματα νικελίου και χρωμίου και παράγεται ανοξείδωτος χάλυβας.

Μόλυβδος. Ο μόλυβδος έχει τοξική επίδραση σε βιολογικούς οργανισμούς και η παραγωγή του είναι ενεργοβόρα. Απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό και προκαλεί αναιμία, προβλήματα στα οστά και στο νευρικό σύστημα. Για τους λόγους αυτούς η χρήση του πρέπει να αποφεύγεται.

Ψευδάργυρος. Η εξόρυξή του προκαλεί εκπομπές καδμίου που είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο ψευδάργυρος δεν είναι τοξικός αλλά αντίθετα είναι απαραίτητος υπό την μορφή ιχνοστοιχείων για τον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι ανακυκλώσιμο υλικό, όμως το υψηλό του κόστος κάνει την ανακύκλωση ασύμφορη.

Χαλκός. Άλατα χαλκού που εισέρχονται μέσω δικτύου ύδρευσης στο πεπτικό σύστημα μπορεί να προκαλέσουν δυσφορία, ανωμαλίες έως και φλεγμονές. Ο χαλκός είναι ανακυκλώσιμο υλικό και το κόστος για την ανακύκλωσή του είναι χαμηλό (ΔΙΠΕ, 2000).

3.8. Οικοδομικά υλικά πετρωμάτων

Το κυριότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα των υλικών αυτών σχετίζεται με την εξόρυξή τους που προκαλεί εκπομπή αιωρούμενων στερεών και ρύπανση των υπογείων νερών. Η διαδικασία παραγωγής τους είναι ιδιαίτερα απλή, ενώ τα υλικά του είδους αυτού είναι ανακυκλώσιμα σε διαφορετικές μορφές. Τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα δομικά υλικά πετρωμάτων και τα ειδικά τους χαρακτηριστικά είναι:

Σκυρόδεμα: το σκυρόδεμα έχει σύσταση 53% χαλίκι, 26% άμμο, 14% τσιμέντο και 7% νερό. Το σκυρόδεμα έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά την εξόρυξη των πρώτων του υλών και την παραγωγή τσιμέντου, λόγω της υψηλής κατανάλωσης σε ενέργεια και τις εκπομπές των αέριων και στερεών ρύπων.

Γύψος: το σημαντικότερο από τα περιβαλλοντικά προβλήματα του γύψου είναι η αλλοίωση της φύσης κατά την εξόρυξή του. Επίσης ο γύψος δεν ανακυκλώνεται. Ο βιομηχανικός γύψος είναι υποκατάστατο του φυσικού, και περιέχει λιγότερα βαρέα μέταλλα και ραδιενεργά στοιχεία από τον φυσικό. Όμως ο τύπος του φωσφορικού βιομηχανικού γύψου, ενδέχεται να περιέχει μεγάλες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων και ραδιενεργών στοιχείων και δεν προτείνεται η χρήση του.

Γυαλί: το γυαλί παράγεται από χαλαζιακή άμμο που βρίσκεται άφθονη στη φύση. Τα συστατικά του είναι το διοξείδιο του πυριτίου, το οξείδιο του ασβεστίου και το οξείδιο του νατρίου. Το γυαλί είναι ανακυκλώσιμο υλικό ενώ το μόνο περιβαλλοντικό πρόβλημα που προκύπτει από την παραγωγή του είναι η υψηλή κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται.

Κεραμικά: αποτελούνται από άργιλο, είναι ανακυκλώσιμα υλικά και η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή τους είναι μεγάλη λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που απαιτεί το ψήσιμό τους (ΔΙΠΕ, 2000).

3.9.Θερμομονωτικά υλικά

Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν τις ιδιότητές τους στον μεγάλο αριθμό μικρών πόρων (κυψελίδων) που έχουν, οι οποίοι περιέχουν παγιδευμένο αέρα. Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει την μικρότερη τιμή θερμικής αγωγιμότητας. Η ύπαρξη των κυψελίδων σε ένα υλικό έχει ως αποτέλεσμα το μικρό του βάρος.

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες επηρεάζονται από την θερμοκρασία και την υγρασία. Κατά την χρήση θερμομονωτικών υλικών στις οριακές τους θερμοκρασίες παρατηρείται αλλοίωση της υφής του υλικού, θραύση των κυψελών του αέρα, συρρίκνωση των ινών και μείωση της θερμικής αντίστασης. Η υγρασία αποτελεί πρόβλημα γιατί εκτοπίζοντας τον αέρα μπορεί να γεμίσει τους πόρους του υλικού καταστρέφοντας τις μονωτικές του ιδιότητες. Τα θερμομονωτικά υλικά ομαδοποιούνται ανάλογα με την ανόργανη ή την οργανική τους προέλευση και την επεξεργασία που υφίστανται πριν από την χρήση τους. Από τα μονωτικά υλικά ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν ο διογκωμένος περλίτης, οι ίνες αμιάντου, ο υαλοβάμβακας, το υαλόμαλλο, ο πετροβάμβακας, το σκωριόμαλλο, η κίσηρη (ελαφρόπετρα), ο βερμικουλίτης, οι ορυκτές ίνες, τα μονωτικά τούβλα και τέλος τα διπλά και τριπλά τζάμια.

Ενδεικτικά παρουσιάζονται τα συνηθέστερα χρησιμοποιούμενα θερμομονωτικά δομικά υλικά:

Διογκωμένος περλίτης: ο περλίτης βρίσκεται στην φύση ως ηφαιστειακό υαλώδες πέτρωμα και αποτελείται κατά 75% από SiO. Στα πλεονεκτήματα του διογκωμένου περλίτη είναι η χημική του αδράνεια, η μη προσβολή του άλλων μετάλλων, η αντοχή του σε υψηλές θερμοκρασίες, η μη προσβολή του από υγρασία και η ιδιότητά του να εμποδίζει την μετάδοση της φωτιάς. Ο φυσικός περλίτης χρησιμοποιείται ως αδρανές υλικό ή υλικό πλήρωσης στην κατασκευή θερμομονωτικών τοιχωμάτων, δαπέδων και ταρατσών ενώ επίσης παρουσιάζει ηχομονωτικές ικανότητες. Οι τυπικές του ιδιότητες είναι:

Μορφή : κοκκώδης

Χρώμα: λευκό

Οσμή: άοσμο

Πυκνότητα: 40-150 kg/m³

Ph: 6,5 -7 (ουδέτερο)

Διαλυτά στο νερό: 0,08%

Σημείο τήξης: 1250-1300⁰ C

Θερμική αγωγιμότητα: 0,034-0,048 kcal/h.m.⁰C

Υαλοβάμβακας: ο υαλοβάμβακας ανήκει στην κατηγορία των ινωδών μονωτικών υλικών ορυκτής προέλευσης (γυαλί) και παράγεται από ρευστό πυριτικό γυαλί. Ο υαλοβάμβακας παρουσιάζει σημαντική σταθερότητα όγκου, δεν φθείρεται με την πάροδο του χρόνου, είναι άοσμος και δεν προσβάλλεται από καυστικά οξέα, δεν καταστρέφεται από έντομα και δεν καίγεται. Ακόμη δεν είναι υγροσκοπικός, αλλά σε περίπτωση που εμποτιστεί με υγρασία καταστρέφονται οι μονωτικές του ιδιότητες.

Κίσσηρι (ελαφρόπετρα): η κίσσηρι είναι ηφαιστιογενές πέτρωμα που προήλθε από την απότομη ψύξη και διαφυγή ατμών από τη μάζα λειωμένου τραχειτικού μάγματος. Αποτελεί ένα φυσικό προϊόν με αφρώδη ιστό, μικρό φαινόμενο βάρος, μεγάλη σκληρότητα και θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ικανότητες. Η κίσσηρι χρησιμοποιείται για την κατασκευή ελαφρών τούβλων (κισσηρόλιθοι ή κισσηρόπλινθοι), ελαφρών σκυροδεμάτων και για την θερμική μόνωση ταρατσών. Το σχήμα τους είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο με διαμπερή ή τυφλά διάκενα. Το χρώμα τους είναι συνήθως γκρίζο και σπανιότερα ερυθρό ή ώχρα.



Οι κισσηρόλιθοι παρουσιάζουν άριστη θερμική και ηχητική μόνωση, αλλά η μηχανική αντοχή τους σε τριβή και πίεση είναι πολύ μικρή.

Κυψελωτά λιθοσώματα: είναι λιθοσώματα που παράγονται από ελαφροβαρές πορώδες κονίαμα με υδροθερμική επεξεργασία. Το σχήμα τους είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο, συνήθως χωρίς διάκενα



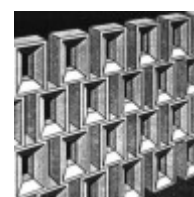
και σε ποικιλία διαστάσεων. Το χρώμα τους είναι συνήθως γκριζο. Παράγονται από ανόργανες πρώτες ύλες, δεν εκλύουν επικίνδυνα αέρια σε περίπτωση πυρκαγιάς και είναι υλικά φιλικά στο περιβάλλον. Επίσης έχουν ηχομονωτικές ιδιότητες.

Υαλότουβλα: είναι διαφανή ή ημιδιαφανή, συμπαγή ή κοίλα λιθοσώματα κατασκευασμένα από γυαλί. Έχουν σχήμα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο με συνήθως τετράγωνες τις δύο μεγάλες έδρες δια μέσου των οποίων διέρχεται το φως και υπάρχουν σε μεγάλη ποικιλία διαστάσεων. Οι κύριες πρώτες ύλες για την παραγωγή τους είναι η χαλαζιακή άμμος, το ανθρακικό ασβέστιο και το ανθρακικό νάτριο, ενώ χρησιμοποιούνται επίσης και χρωστικές όπως οξειδία του χαλκού, του χρωμίου, του κοβαλτίου, σιδήρου και νικελίου. Τα υαλότουβλα επιτρέπουν την διέλευση του φωτός και παρουσιάζουν ηχομονωτικές ιδιότητες. Παράγονται από ανόργανες πρώτες ύλες δεν εκλύουν επικίνδυνα αέρια σε περίπτωση πυρκαγιάς και είναι υλικά φιλικά στο περιβάλλον.

Τσιμεντόλιθοι: είναι λιθοσώματα από σκυρόδεμα που περιέχει αδρανή υλικά κυρίως σκύρα και άμμο. Το σχήμα τους είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο με συνήθως δύο κοιλώματα τετραγωνικής διατομής. Παράγονται από ανόργανες πρώτες ύλες, δεν εκλύουν επικίνδυνα αέρια σε περίπτωση πυρκαγιάς και είναι υλικά φιλικά στο περιβάλλον.



Διάτρητα δομικά στοιχεία : Κτίζονται με διάφορους συνδυασμούς, για την δημιουργία διάτρητων διαφραγμάτων και πετασμάτων, με επαναλαμβανόμενο μοτίβο στις όψεις τους. Το



σχήμα τους είναι συνήθως ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο και υπάρχει σε ποικιλία διαστάσεων. Το χρώμα τους είναι συνήθως λευκό, σπανιότερα κεραμιδί, ανάλογα με το υλικό κατασκευής ή την προσθήκη χρώματος κατά την κατασκευή



των στοιχείων. Κατασκευάζονται συνήθως με κονίαμα (συνήθως σε βιοτεχνίες παραγωγής τσιμεντοπλακών) και σπανιότερα από οπτή άργιλο (σε κεραμεία). Παράγονται από ανόργανες πρώτες ύλες δεν εκλύουν επικίνδυνα αέρια σε περίπτωση πυρκαγιάς και είναι υλικά φιλικά στο περιβάλλον. Τα διαφράγματα ή πετάσματα, που σχηματίζονται με τα διάτρητα δομικά στοιχεία προσφέρουν ή συνδυάζουν, ανάλογα με τη θέση τους στην οικοδομή, το μέγεθος και τη μορφή τους, λειτουργικές (διαβάθμιση φωτισμού με αεροπερατότητα) ή εικαστικές δυνατότητες.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται στους πίνακες οι θερμικές ιδιότητες των υλικών (πηγή: Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική: το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια, 1996)

A10.8**ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ [1]**

Δομικά Υλικά

	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής θερμικής Αγωγιμότητας (W/m.K)	Ειδική θερμότητα (J/kg.K)	(Wh/Kg.K)
Ξυλεία				
Μαλακή	630	0,13	1360	(0,38)
Σκληρή		0,15	1250	(0,35)
Κόντρα-πλακέ	530	0,14	1214	(0,34)
Μοριόπλακες	800	0,15	1286	(0,28)
Σανίδες ξυλόμαλλου	600	0,11		
από πεπιεσμένες ίνες αχύρου	350	0,11		
Πέτρα				
Γρανίτης	2600	2,50	900	(0,25)
Ασβεστόλιθος	2180	1,49	720	(0,20)
Ψαμμίτης	2000	1,30	712	(0,20)
Μάρμαρο	2500	2,00	802	(0,22)
		Προστατευμένο*	Εκτεθειμένο*	
Ελαφροσκυρόδεμα	1200	0,38	0,42	1000
Σκυρόδεμα από κροκάλες				(0,28)
χωρίς λεπτόκοκκο υλικό	1800	0,87	0,96	1000
πυκνό	2100	1,28	1,40	820
Σκυρόδεμα επεξεργασμένο με ατμό υπό πίεση και παροχή αέρα	500	0,16	0,18	1000
Οπτοπινθοδομή				(0,28)
Πάχους ίσου με το πλάτος του τούβλου	1300	0,36	0,49	
Πάχους ίσου με το μήκος του τούβλου	1700	0,62	0,84	790
Από πλήρη τούβλα	1900	0,81	1,09	(0,22)

* Περιεχόμενη υγρασία % κατ' όγκο
προστατευμένο = 1% σε τοίχους από τούβλα, 3% για σκυρόδεμα
εκτεθειμένο = 5% για τοίχους με τούβλα και σκυρόδεμα

Εξωτερικά υλικά /Υλικά επένδυσης				
	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (W/m.K)	Ειδική θερμότητα (J/kg.K)	(Wh/Kg.K)
Τζάμι παραθύρων	2500	1,05	1800	(0,5)
Φύλλα αμιαντοτσιμέντου				(0,29)
Δύσκαμπο PVC	1350	0,16		
Ενισχυμένο Πολυεστερικό διαφανές υλικό		1450		0,23
Ενισχυμένο Σιλικονούχο διαφανές υλικό		1800		0,34
Πάπλωμα υαλοβάμβακα δώματος	960	0,19		
Πάπλωμα δώματος με στρώματα πίσσας	1700	0,5	1000	(0,28)
Μέταλλα				
αλουμίνιο	1800	160	896	(0,25)
χαλκός	8900	200	413	(0,12)
ανθρακούχος χάλυβας	7800	50	512	(0,14)
Υαλότουβλα με διάκενα στο εσωτερικό		0,67		
Πλάκες οροφής από σκυρόδεμα			αμελητέα λόγω των διάκενων Χρησιμοποιήστε αντιστάσεις διακένων αέρα	
Πλάκες οροφής από άργιλο				
Επικάλυψη από μίγμα ασφάλτου και ρητίνης	2325	1,15	1000	(0,28)
Τσιμέντο ενισχυμένο με γυαλί				
χυτό	2200	1,3	840	(0,23)
πιτσιλιτό	1700	0,5	840	(0,23)
Επίχρισμα άμμου τσιμέντου				
1% υγρασία τσιμέντου	1570	1,13	1000	(0,28)
5% υγρασία τσιμέντου		0,79		
Τελικές επιφάνειες				
	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (W/m.K)	Ειδική θερμότητα (J/kg.K)	(Wh/kg.K)
Τάπητες		0/055	1360	(0,38)
Υπόστρωμα από αφρώδες λάστιχο	180	0,1	1360	(0,38)
Υπόστρωμα από μάλλινο πληνμα	180	0,04	1220	(0,34)
Γρανιτοσκυρόδεμα	2085	0,87	840	(0,23)
Ινόπλακες	600	0,08	2000	(0,56)
Ξύλινα δάπεδα				
Λουρίδες ή κομμάτια	650	0,14	1200	(0,33)
Ινόπλακες				
τυποποιημένες	900	0,13	2000	(0,56)
Τοιχίο -				
σκυρόδεμα	2100	1,28	1000	(0,28)
ελαφροσκυρόδεμα	1200	0,41	840	(0,23)
Λινόλεουμ	510	0,52		
Ελαστικό δάπεδο	1600	0,3	2000	(0,56)
Πλακίδια				
πηλού ή ορυκτών υλικών	1900	0,85	780	(0,22)
φελλού	540	0,085	1000	(0,28)
πλαστικού	1050	0,5	1070	(0,34)
pvc με αμίαντο	2000	0,85	1000	(0,28)
Γυψόπλακες				
επικάλυψης	950	0,16	820	(0,23)
Κονιάματα				
γύψου	1120	0,38	1000	(0,28)
βερμικουλίτη	640	0,28	1000	(0,28)
τσιμέντου με άμμο	1570	0,53	1000	(0,28)

	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (W/m.K)	Ειδική Θερμότητα (J/kg.K) (Wh/kg.K)	
Ινόπλακες	300	0,06	1000	(0,28)
Ορυκτοβάμβακας (ύφασμα ή πάπλωμα)	25	0,040	960	(0,27)
ημίσκληρο πύλημα	130	0,036	960	(0,27)
μαλακό πύλημα, ύφασμα ή πάπλωμα	180	0,042	1000	(0,28)
Αφρώδη πλαστικά				
πλάκες από αφρό φαινόλης	30	0,038	1400	(0,39)
πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης	15	0,037	1400	(0,39)
πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης	25	0,034	1210	(0,34)
πλάκες συμπιεσμένης πολυστερίνης με λεία επιφάνεια	36	0,029	1210	(0,34)
πλάκες συμπιεσμένης πολυστερίνης με κομμένη (όχι λεία) επιφάνεια	28	0,036	1400	(0,39)
Πλάκες από αφρό πολυουρεθάνης (μετά από γήρανση)	30	0,026	1570	(0,44)
Αφρός ουρίας φορμαλδεΰδης	10	0,04	1400	(0,39)
Ψεκασμένος αφρός ουρεθάνης	32	0,02		
Καφέ ίνες κυτταρίνης	37-51	0,045	1350	(0,38)
Άχυρα				
καλαμιών	270	0,09	1000	(0,38)
χόρτων	240	0,07	1000	(0,38)
Κόκκοι βερμικουλίτη	100	0,065		
Μονωτικά επιχρίσματα (άμμος και τοιμμένο με κόκκους πολυστυρένιου)		0,66		
Κυρλωτό γυαλί	175	0,17	1000	(0,38)
Φράγματα αέρα/υδρατμών				
Οικοδομικό χαρτί Kraft		αμελητέα επίδραση εκτός όταν		
Φύλλο αλουμινίου		δημιουργούν ένα διάκενο αέρα (Δείτε παράρτημα 10.7		
Επίστρωση με πύλημα		για αντιστάσεις σε διάκενα αέρα)		
Πολυαιθυλένιο				
Νερό				
	Πυκνότητα (kg/m ³)	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας (W/m.K)	Ειδική Θερμότητα (J/kg.K) (Wh/Kg.K)	
Πάγος -10°C	920	1,7	1980	(0,55)
-1°C	920	1,7	2052	(0,57)
Νερό 0°C	1000	0,56		
20°C	998	0,60	4176	(1,16)
40°C	993	0,63		
80°C	970	0,67		
Χιόνι: νερό	190	0,17		
συμπιεσμένο	400	0,43		
Λανθάνουσα θερμότητα τήξης = 92,7 Wh/kg Λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης = 627 Wh/kg				

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΜΕ ΒΑΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ¹

Σε επίπεδο σχεδιασμού πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην επίδραση του μικροκλίματος στους υπαίθριους χώρους καθώς και στη σημασία του βιοκλιματικού σχεδιασμού στον αστικό υπαίθριο χώρο. Βασικοί παράγοντες αποτελούν η χρήση υλικών κάλυψης του χώρου με κατάλληλες θερμοχωρητικότητες και ανακλαστικότητες, ο προσανατολισμός του χώρου και η δημιουργία νέων κτιρίων.

Έτσι βλέπουμε ότι η επιλογή θέσης στο χώρο μπορεί να ικανοποιηθεί, προσφέροντας δυνατότητα για σκιά ή έκθεση στον ήλιο, προστασία από τον άνεμο ή ώθηση του αέρα προς μια περιοχή για φυσικό δρόσισμα, με διαφορετικές περιοχές να θεωρούνται προτιμότερες ανάλογα με την περιοχή και τις συνθήκες που θέλουμε να επιτύχουμε. Για τον σκιασμό των δρόμων μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κατάλληλη βλάστηση η οποία να προσφέρει τόσο θερμική προστασία όσο και οπτική ευχαρίστηση. Σε ξηρότερα κλίματα στα οποία η χρήση βλάστησης είναι περιορισμένη, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πέργκολες ή και άλλες κινητές διατάξεις για το σκιασμό του χώρου.

Η έκθεση EXPO που έγινε στη Σεβίλλη το 1992, έδειξε ότι υπάρχουν πολλοί τρόποι βελτίωσης του μικροκλίματος των υπαίθριων χώρων. Η εκτενής χρήση φυτοκάλυψης και υδάτινων στοιχείων μπορούν να εξασφαλίσουν την χρήση υπαίθριων χώρων υπό συνθήκες κατά τις οποίες σε άλλη περίπτωση η χρήση τους θα ήταν αδύνατη λόγω της θερμοκρασίας. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τεχνητές λίμνες, σιντριβάνια και πέργκολες με φυτά για καλύτερο σκιασμό, καθώς και σκιάστρα από PVC, ώστε το 40% των περιοχών που χρησιμοποιούνταν από τους επισκέπτες να είναι υπό σκιά. Παράλληλα για την εξασφάλιση της σκίασης μιας περιοχής αλλά και της προστασίας της από την βροχή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ομπρέλες για τον ήλιο ή και τέντες, στοιχεία που τα συναντάμε συχνά σαν τρόπους

¹ Τα στοιχεία του κεφαλαίου είναι από την διπλωματική εργασία «Η ανάπλαση του Ελαιώνα. Αποτίμηση και Προοπτικές», Α. Γιαννιού & Ε. Γκάρτζου.

μικροκλιματικού ελέγχου αλλά και προσέλκυσης πελατών σε υπαίθριες καφετέριες και εστιατόρια.

Από όλα τα παραπάνω είναι προφανές ότι η δημιουργία ευχάριστων υπαίθριων χώρων είναι ιδιαιτέρως αποδεκτή από το κοινό και δεν πρέπει να υπόκειται σε αισθητικούς ή οικονομικούς περιορισμούς. Οι μελέτες πρέπει να περιλαμβάνουν παραμέτρους για την βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής και να δίνουν έμφαση στα θετικά στοιχεία της και παράλληλα να προστατεύουν τον χρήστη από τα αρνητικά στοιχεία του κλίματος.

Η σχέση του μικροκλίματος και της χρήσης των υπαίθριων χώρων θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως δυναμική, καθώς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες άνεσης των κατοίκων της περιοχής. Εξετάζοντας επομένως προσεκτικά τις μικροκλιματικές συνθήκες της περιοχής μελέτης μπορούμε να διαμορφώσουμε χώρους που να αναδεικνύουν τη φύση τους και να ενθαρρύνουν τους ανθρώπους στο να τις χρησιμοποιούν σε διαφορετικές εποχές, βελτιώνοντας έτσι σταδιακά το επίπεδο ποιότητας ζωής στην πόλη.

4.1 Βιοκλιματικά κριτήρια και αρχές σχεδιασμού στις πόλεις

Η έντονη αστικοποίηση τα τελευταία χρόνια σε συνδυασμό με τις διάφορες δραστηριότητες της πόλης επιφέρουν σημαντικές διαφοροποιήσεις και μεταβολές στο κλίμα μιας περιοχής. Οι μεταβολές αυτές επιδρούν στην ποιότητα του περιβάλλοντος, στην κατανάλωση ενέργειας αλλά και στο επίπεδο διαβίωσης των πολιτών. Ο στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι να προσφέρει την αντιστροφή των αρνητικών επιπτώσεων με παράλληλη δημιουργία ευνοϊκών μικροκλιματικών συνθηκών. Ειδικότερα για τους υπαίθριους χώρους όπως στην περίπτωσή μας, στοχεύουμε σε παρεμβάσεις που να συμβάλλουν στην βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής.

Στο επίπεδο του σχεδιασμού οι βασικοί στόχοι και αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι οι ακόλουθες τέσσερις οι οποίες θα αναπτυχθούν παρακάτω:

- Ο ηλιασμός και η ηλιοπροστασία
- Η θερμική αδράνεια
- Ο φυσικός αερισμός

- Ο φυσικός δροσισμός

Οι παράμετροι που χαρακτηρίζουν την έκφραση και τη σημασία των παραπάνω στόχων στο σχεδιασμό των υπαίθριων χώρων μιας πόλης είναι το πράσινο, το υδάτινο στοιχείο σε οποιαδήποτε μορφή του, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του αστικού ιστού και τέλος οι φυσικές ιδιότητες των επιφανειών και των δομικών τους υλικών.

4.1.1 Ηλιασμός και ηλιοπροστασία

Για τις περιοχές με έντονη ηλιοφάνεια, ο ηλιασμός και η ηλιοπροστασία αποτελούν τον βασικότερο στόχο του βιοκλιματικού σχεδιασμού υπαίθριων χώρων. Η έννοια του ηλιασμού είναι η επιλεκτική έκθεση κάποιων χώρων στον ήλιο, ενώ η ηλιοπροστασία είναι ακριβώς το αντίθετο δηλαδή η αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας. Το αν προτιμάται σε έναν χώρο ηλιοπροστασία ή ηλιασμός αυτό εξαρτάται από την χρήση του χώρου αλλά και από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Το καλύτερο είναι να επιτύχουμε συνδυασμό ηλιασμού και ηλιοπροστασίας ώστε να καλύπτει τις ανάγκες των κατοίκων όλο το χρόνο πράγμα εφικτό σύμφωνα με τα ελληνικά δεδομένα. Στα ψυχρότερα κλίματα της Βορείου Ευρώπης οι μέρες με ηλιοφάνεια είναι πολύτιμες ανεξάρτητα από την θερμοκρασία που επικρατεί και ο κόσμος βγαίνει στους υπαίθριους χώρους να χαρεί τον ήλιο. Αντίθετα σε μέρη με έντονη ηλιοφάνεια όπως είναι τα τροπικά μέρη όπου η θερμοκρασία του αέρα είναι αρκετά υψηλή όλο το χρόνο, η έκθεση στον ήλιο είναι ανεπιθύμητη.

Ένα παράδειγμα που μπορούμε να αναφέρουμε για να δούμε την χρησιμότητα της ηλιοπροστασίας είναι ότι σε περιπτώσεις που η θερμοκρασία του αέρα ξεπερνάει τους 25 βαθμούς Κελσίου ένα άτομο που κάθεται σε υπαίθριο χώρο θα χρειαστεί οπωσδήποτε ηλιοπροστασία, ενώ με καλή ηλιοπροστασία και παράλληλη δυνατότητα κίνησης του αέρα, το άτομο αυτό θα είναι σε θέση να ανεκτέ θερμοκρασίες υψηλότερες από 30 βαθμούς χωρίς ιδιαίτερη δυσφορία.

4.1.2 Θερμική αδράνεια

Σε όλα τα αστικά κέντρα οι εξωτερικοί τοίχοι των κτιρίων, οι δρόμοι και τα πεζοδρόμια είναι από υλικά με σχετικά υψηλές θερμοχωρητικότητες. Η

θερμοχωρητικότητα των επιφανειών αυτών λειτουργεί σαν αποθήκη θερμότητας κατά την διάρκεια της μέρας με αποτέλεσμα την μείωση της θερμοκρασιακής διακύμανσης στους υπαίθριους χώρους της πόλης.

4.1.3 Φυσικός αερισμός

Τα κτίρια λειτουργούν σαν εμπόδια στον άνεμο γι αυτό και οι ταχύτητες του ανέμου στις πόλεις είναι πάντα πιο μικρές από ότι στην ύπαιθρο. Αυτό το γεγονός εμποδίζει την διάχυση του θερμικού πλεονάσματος εντείνοντας τα θερμικά φαινόμενα. Έχει επίσης επιπτώσεις και στη διασπορά των ρύπων της ατμόσφαιρας και κατά συνέπεια στην ποιότητα του αέρα και τον αερισμό των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων. Ο τρόπος κίνησης του αέρα στις πόλεις εξαρτάται από την μορφολογία του αστικού ιστού και από την γεωμετρία των δρόμων. Η καλύτερη διάταξη είναι όταν οι δρόμοι είναι παράλληλοι και έχουν μεγάλο πλάτος.

4.1.4 Φυσικός δροσισμός

Κατά τη διάρκεια της νύχτας, η πτώση της θερμοκρασίας του αέρα καθιστά δυνατή την διάχυση θερμότητας από τις επιφάνειες των κτιρίων και των δρόμων με την μορφή θερμικής ακτινοβολίας, προς τον ουρανό. Αυτός είναι και ο βασικός φυσικός μηχανισμός για την απόρριψη του θερμικού πλεονάσματος. Επίσης άλλο ένα σημαντικό μέσο είναι ο εξατμιστικός δροσισμός ο οποίος γίνεται σε κάθε υδάτινη επιφάνεια καθώς η αλλαγή φάσης από νερό σε αέριο απορροφά θερμότητα ελαττώνοντας έτσι την θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα ενώ παράλληλα αυξάνει την περιεκτικότητα του αέρα σε υγρασία.

Το νερό διαθέτει πολύ μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του αστικού ιστού, περίπου τρεις φορές μεγαλύτερη ακόμη και από δομικά υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα όπως είναι το μπετόν και το τούβλο. Έτσι μια μεγάλη υδάτινη μάζα έχει την ικανότητα να λειτουργεί σαν σταθεροποιητικό στοιχείο της θερμοκρασίας του αέρα. Παράλληλα ο εξατμιστικός δροσισμός από τα υδάτινα στοιχεία της πόλης βοηθάει στην βελτίωση του αστικού μικροκλίματος. Η ακτινοβολία απορροφάται από το νερό το οποίο λειτουργεί σαν ηλιοπροστατευτικό στοιχείο.

4.2 Η συμβολή της φυτοκάλυψης στη διαμόρφωση των βιοκλιματικών συνθηκών του αστικού χώρου

Είναι προφανές ότι όσους περισσότερους χώρους χρησιμοποιούμε για δικές μας ανάγκες, τόσο περισσότερο επεμβαίνουμε στο φυσικό περιβάλλον. Ιδιαίτερα αρνητικές είναι οι συνέπειες αυτών των επεμβάσεων στις πολεοδομημένες περιοχές.

Στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας έχουν γίνει κατά την τελευταία εικοσαετία έρευνες από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, οι οποίες έδειξαν ότι υπάρχουν έντονες κλιματικές διαφοροποιήσεις άμεσα συνδεδεμένες με τις χρήσεις γης. Τις πιο έντονες, τοπικού χαρακτήρα μικροκλιματικές αλλαγές, που είναι ιδιαίτερα σημαντικές στην κεντρική περιοχή της Αθήνας προκαλούν το μεγάλο ποσοστό καλυπτόμενης επιφάνειας και η πυκνή και μεγάλου ύψους δόμηση.

Οι κλιματικές συνθήκες της Αθήνας επηρεάζονται επίσης από τη γειτνίασή της με την θάλασσα. Σε περιοχές που βρίσκονται κοντά στην θάλασσα παρατηρείται μεγαλύτερη θερμική εξισορρόπηση και πιο υψηλή απόλυτη και σχετική υγρασία. Όταν πνέουν νότιοι και νοτιοδυτικοί άνεμοι μπορούμε να διαπιστώσουμε ακόμα και στο εσωτερικό της πόλης την επίδραση της θάλασσας. Έτσι σε περιοχές με φαρδύς δρόμους με κατεύθυνση παράλληλη προς τη διεύθυνση του επικρατούντος ανέμου, η θερμική επίδραση της θάλασσας εισχωρεί μερικώς ακόμη και μέχρι το εσωτερικό πυκνοδομημένο τμήμα της πόλης.

Από το είδος της δόμησης εξαρτώνται άμεσα και οι συνθήκες ανταλλαγής αερίων μαζών στην πόλη. Έτσι για όλες σχεδόν τις ώρες της ημέρας παρατηρείται μείωση της ταχύτητας των ανέμων από την αραιή προς την πυκνή και με ψηλά κτίρια δόμηση. Η διεύθυνση του επικρατούντος ανέμου στην περίπτωση της Αθήνας, συμπίπτει με την κατεύθυνση ορισμένων κεντρικών οδικών αρτηριών, οι οποίες μπορούν να χαρακτηριστούν και ως αεραγωγοί με μικρή όμως αποτελεσματικότητα εξαιτίας της μεγάλης τους ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ασφάλτου που τις καλύπτει.

Τα οργανωμένα πάρκα που βρίσκονται στο κέντρο της Αθήνας, δηλαδή ο Εθνικός κήπος και το Πεδίον του Άρεως, παρουσιάζουν διαφορετικές βιοκλιματικές συνθήκες, οι οποίες εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από την έκταση των πάρκων, το

είδος, τη σύνθεση και τη πυκνότητα των φυτών, την ποσότητα του νερού που καταναλίσκεται για την άρδευση ή για τυχόν υπάρχοντα ποταμάκια ή λιμνούλες και το ποσοστό του εδάφους που καλύπτεται είτε από ασφαλτο είτε από πλάκες. Ειδικότερα ο Εθνικός κήπος παρουσιάζει συγκριτικά με το Πεδίο του Άρεως μεγαλύτερη σχετική και απόλυτη υγρασία και μικρότερη θερμοκρασία. Αυτό οφείλεται στην πυκνότερη βλάστηση που έχει ο Εθνικός κήπος και στην έλλειψη καλυμμένων με ασφαλτο και πλάκες επιφανειών. Λεπτομερείς μελέτες εντός και εκτός των δύο σημαντικότερων πάρκων, του Εθνικού Κήπου και του Άλσους του Πεδίου του Άρεως, κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, κατέληξαν στα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η θερμοκρασία μέσα στα πάρκα μεταβάλλεται ως συνάρτηση του σκιασμού του χώρου της φυτοκάλυψης. Η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας μέσα στο πάρκο φτάνει στον 1,5 βαθμό Κελσίου.
2. Η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο πάρκο και τον περιβάλλοντα αστικό χώρο φθάνει έως και τους 30 βαθμούς.
3. Δεν διαπιστώθηκε βαθμιαία αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος ως συνάρτηση της απόστασης από το πάρκο. Σε όλες τις εξόδους των πάρκων διαπιστώθηκε αύξηση της θερμοκρασίας κατά ένα περίπου βαθμό.
4. Η θερμοκρασία των δρόμων γύρω από τα πάρκα επηρεάζεται από μια σειρά άλλων παραμέτρων, όπως ο σκιασμός, η παραγωγή ανθρωπογενούς θερμότητας, κα.
5. Η κατανομή της θερμοκρασίας γύρω από τον Εθνικό Κήπο, δείχνει ότι οι περιοχές υψηλής κυκλοφορίας και μεγάλης οικιστικής πυκνότητας, (Κολωνάκι, Β.Αμαλίας) παρουσιάζουν κατά περίπου 1,5 βαθμούς Κελσίου υψηλότερη θερμοκρασία από ότι οι σκιασμένες περιοχές γύρω από την οδό Ηρώδου Αττικού και Βασιλέως Κωνσταντίνου.
6. Πολυετείς μετρήσεις έδειξαν ότι τα πάρκα παρουσιάζουν κατά 40% περίπου μικρότερο αριθμό βαθμοωρών κλιματισμού από ότι οι κοντινοί σταθμοί μέτρησης.

Παράλληλα, τα πάρκα παρουσιάζουν την μικρότερη απόλυτη θερμοκρασία από όλους τους σταθμούς της Αττικής. Η ελάχιστη αυτή θερμοκρασία παρατηρείται κατά

την διάρκεια της νύχτας. Κατά την διάρκεια των θερινών ημερών (μεσημέρι), τα πάρκα παρουσιάζουν 5-6 βαθμούς Κελσίου χαμηλότερη θερμοκρασία από ότι οι πλησιέστεροι αστικοί σταθμοί.

Γενικά τα πάρκα και οι ακάλυπτοι χώροι επιδρούν στις μικροκλιματικές συνθήκες της γύρω από αυτά δομημένης περιοχής. Επίδραση των πάρκων στον γύρω δομημένο χώρο διαπιστώθηκε στη περίπτωση του Εθνικού κήπου και συγκεκριμένα στις συνορεύουσες με αυτόν περιοχές, στις οποίες η πυκνή δόμηση διαδέχεται τον Εθνικό κήπο, παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της μέρας ισχυρές μεταβολές της θερμοκρασίας. Αντίθετα το Πεδίο του Άρεως βιοκλιματικά δεν επιδρά στην δομημένη περιοχή που το περιβάλλει. Αυτό αποδίδεται στις περιορισμένες ποσότητες δροσερού αέρα που δημιουργούνται σε αυτό λόγω της διαμόρφωσής του και στο ότι περιστοιχίζεται από πυκνή και με υψηλά κτίρια δόμηση.

Τα άλση και οι φυτοκαλλυμένοι λόφοι, που βρίσκονται στο λεκανοπέδιο της Αθήνας σε σύγκριση με τα πάρκα έχουν μειωμένη βιοκλιματική προσφορά λόγω του ότι η βλάστησή τους είναι ξηροφυτική (π.χ. πεύκα και θάμνοι). Συμβάλλουν όμως θετικά στη βελτίωση των συνθηκών περιβάλλοντος της πόλης λόγω κυρίως της σημαντικής έκτασης που καταλαμβάνουν καθώς επίσης και της έλλειψης κτιριακών εγκαταστάσεων και ασφαλτοστρώσεων στους χώρους αυτούς.

Ακόμη η ύπαρξη δενδροφυτευμένων πλατειών μικρής έκτασης ή μεμονωμένων εστιών πρασίνου σε οικοδομικά τετράγωνα και συνοικίες, πέραν της προσφοράς τους σε τοπικό επίπεδο, δεν φαίνεται να συμβάλλουν ουσιαστικά στη βελτίωση των συνθηκών περιβάλλοντος του άμεσου προς αυτές δομημένου χώρου.

Το κύριο συστατικό των υπαίθριων χώρων είναι το πράσινο το οποίο συνεισφέρει σημαντικά στο περιβάλλον μιας πόλης. Παρακάτω παρατίθενται τα βασικά χαρακτηριστικά του πρασίνου:

- Η παραγωγή οξυγόνου
- Η συγκράτηση των εδαφών
- Η συγκράτηση του υδροφόρου ορίζοντα
- Προστασία από τον άνεμο
- Καταπολέμηση της σκόνης
- Επιρροή στις συνθήκες μικροκλίματος (Αραβαντινός, 1998).

Το σίγουρο πάντως είναι ότι η απλή παρουσία χώρων πρασίνου στην πόλη δεν επαρκεί. Για να είναι δυνατή η άριστη αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους, πρέπει να είναι χωροταξικά κατάλληλα κατανεμημένοι στον αστικό ιστό και να συνδέονται μεταξύ τους με ζώνες πρασίνου, σχηματίζοντας έτσι ένα εκτεταμένο δίκτυο. Σημαντικό στοιχείο στη σύνδεση των επιφανειών πρασίνου αποτελούν και οι δενδροστοιχίες με τα κατάλληλα είδη δένδρων.

Κρίνεται σκόπιμο να επισημανθεί ότι η πλειονότητα των ελεύθερων δόμησης επιφανειών, που απομένουν ακόμα χωρίς διαμόρφωση στο κέντρο της Αθήνας, είναι περιορισμένες σε αριθμό και έχουν μικρή έκταση. Είναι επομένως επιτακτική η ανάγκη της αξιοποίησης όλων των επιφανειών, που είναι πρόσφορες σε φυτοκάλυψη.

Οι χώροι οι οποίοι πρόκειται να συνθέσουν το αστικό πράσινο, πρέπει να έχουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά για να μπορούν να συμβάλλουν στο μέγιστο στη βελτίωση των συνθηκών του περιβάλλοντος της πόλης. Σημαντικό ρόλο παίζει το μέγεθος της επιφάνειας που πρόκειται να καλυφθεί από πράσινο, ο τρόπος της άρδευσης, η σύνθεση της βλάστησης αλλά και η ύπαρξη εντός των περιοχών αυτών, πλακοστρωμένων επιφανειών ή οποιουδήποτε είδους δόμηση. Τα φυτά πρέπει να μην έχουν πολλές απαιτήσεις είτε συντήρησης είτε άρδευσης, αλλά και να μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά κάτω από τις δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες του αστικού κέντρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΛΑΙΩΝΑ- Η ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΤΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ²

5.1. Η Ευρύτερη περιοχή του Ελαιώνα

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναλυθεί η επίδραση των πάρκων που έχουν σχεδιαστεί με βάση βιοκλιματικά κριτήρια στο κλίμα και στο περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής τους. Το παράδειγμα είναι από την περιοχή του Ελαιώνα, μια βιομηχανική και πολύ υποβαθμισμένη περιοχή κοντά στο κέντρο της Αθήνας.

Η χωρική κατανομή της θερμοκρασίας του αέρος στην περιοχή του Ελαιώνα σε νημεείς νύχτες με ανέφελο ουρανό κατά τη θερμή περίοδο του έτους παρουσιάζει σε αρκετές περιπτώσεις θερμομετρική διαφοροποίηση, που ξεπερνά τους 7 βαθμούς Κελσίου. Η μέση όμως θερμομετρική διαφοροποίηση φτάνει τους 5,5 βαθμούς Κελσίου. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες εντοπίζονται στις πυκνοδομημένες περιοχές ενώ οι μικρότερες στις περιοχές πρασίνου.

Ειδικότερα βλέπουμε ότι στην βορειοανατολική περιοχή του Ελαιώνα, όπου βρίσκεται το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, παρουσιάζονται οι μικρότερες τιμές θερμοκρασίας αέρος. Αυτό αποδίδεται αφενός στη μεγάλη έκταση που καταλαμβάνει ο χώρος του πανεπιστημίου, και αφετέρου στην αρδευόμενη βλάστηση που εμπεριέχει, η οποία εκτός του ότι εξισορροπεί θερμικά την επίδραση των κτιρίων, που βρίσκονται σε αυτό, αλλά δημιουργεί παράλληλα μείωση της θερμοκρασίας αέρος κατά 5 βαθμούς σε σύγκριση με την παρακείμενη δομημένη περιοχή.

Θερμική επίδραση του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στον περιβάλλοντα δομημένο χώρο διαπιστώνεται νοτιοανατολικά με αποτέλεσμα, να βελτιώνονται όχι μόνο τοπικά οι συνθήκες περιβάλλοντος αλλά και στην ευρύτερη περιοχή του. Είναι

² Τα στοιχεία του κεφαλαίου είναι από την διπλωματική εργασία «Η ανάπλαση του Ελαιώνα. Αποτίμηση και Προοπτικές», Α. Γιαννιού & Ε. Γκάρτζου.

εμφανής η διαφοροποίηση της θερμοκρασίας του αέρος, που παρατηρείται στο ανατολικό τμήμα της περιοχής μελέτης σε σύγκριση με το δυτικό, όπως αυτό οριοθετείται από την λεωφόρο Κηφισού. Η ύπαρξη του μεγάλου φυτοκαλυμμένου χώρου του πανεπιστημίου σε συνδυασμό με τη δημιουργούμενη σχετικά μεγάλου πλάτους ακάλυπτη επιφάνεια από την παράλληλη πορεία των σιδηροδρομικών γραμμών και της λεωφόρου Κωνσταντινουπόλεως και τις ευνοϊκές συνθήκες, που εντοπίζονται στο πρόσφατα διαμορφωμένο μικρό πάρκο Αγίας Άννης, δημιουργούν μια δροσερή ζώνη με προϋποθέσεις επίδρασης και βελτίωσης των συνθηκών περιβάλλοντος στην παρακείμενη δομημένη περιοχή.

Στο δυτικό τμήμα της περιοχής του Ελαιώνα, όπου βρίσκεται το Γ' Νεκροταφείο και οι εγκαταστάσεις του Τεχνολογικού Ιδρύματος Πειραιά διαπιστώνονται τοπικά, σχετικά μειωμένες τιμές θερμοκρασίας αέρος με αποτέλεσμα να διακόπτεται η θερμή ζώνη, που εντοπίζεται στη δομημένη περιοχή.

Σε συνθήκες έντονης ανταλλαγής αερίων μαζών η θερμομετρική διαφοροποίηση μειώνεται σημαντικά και φθάνει τους 1,5 C. Δροσερότερες περιοχές εντοπίζονται στη θέση που βρίσκεται το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το πάρκο της Αγ. Άννης και ακάλυπτες περιοχές με χαμηλά κτίρια, αποθήκες κ.α.

Η κατανομή της μέσης σχετικής υγρασίας του αέρος στον Ελαιώνα κατά τη θερμή περίοδο των ετών 2001 και 2002, σε ανέφελες και νηνεμείς νύχτες, έδειξε ότι η περιοχή του Πανεπιστημίου με την αρδευόμενη βλάστησή του, δημιουργεί τις καλύτερες συνθήκες περιβάλλοντος όχι μόνο τοπικά αλλά με δυνατότητες επίδρασης στον περιβάλλοντα δομημένο χώρο και ιδιαίτερα στη νοτιοανατολική και δυτική πλευρά του, εκεί όπου υπάρχουν ακάλυπτες από δομικά υλικά εκτάσεις. Αντίθετα οι δυσμενέστερες συνθήκες από άποψη σχετικής υγρασίας εντοπίζονται βόρεια, βορειοανατολικά ως και δυτικά της Λεωφόρου Κηφισού, δηλαδή εκεί όπου επικρατεί η πυκνή δόμηση και το έδαφος καλύπτεται με τσιμέντο και ασφαλτο.

Περιοχές επίσης με σχετικά αυξημένες τιμές υγρασίας εντοπίζονται σε θέσεις όπου υπάρχει βλάστηση ή ακάλυπτες από τσιμέντο και ασφαλτο περιοχές. Ειδικότερα στις τοποθεσίες που βρίσκονται τα πάρκα Πέτρου Ράλλη και Αγ. Άννης, ως και τη θέση του Γ' Νεκροταφείου, η βλάστηση κάνει αισθητή την παρουσία της με αύξηση των τιμών της σχετικής υγρασίας.

Σε συνθήκες έντονης ανταλλαγής αερίων μαζών, η υγρομετρική διαφοροποίηση παρουσιάζει την ίδια σχεδόν εικόνα με αυτή των συνθηκών νηνεμίας με τη διαφορά ότι παρατηρείται μεγαλύτερη υγρομετρική εξισορρόπηση, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται μικρότερες διαφορές σχετικής υγρασίας στις διαφορετικές μορφές εδαφοκάλυψης.

5.2. Πάρκο Πέτρου Ράλλη

Στο πάρκο Πέτρου Ράλλη έγινε μελέτη αποκατάστασης – συμπλήρωσης της φύτευσης από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, που αναφερόταν κυρίως στην προσθήκη δένδρων, θάμνων και άλλων φυτών, στην κάλυψη τμήματος του τσιμεντένιου καναλιού και φυτοκάλυψή του, στη δημιουργία αναχώματος κατά μήκος της οδού Αγ. Άννης ενώ παράλληλα έγιναν και άλλες προτάσεις για παρεμβάσεις. Οι προτεινόμενες όμως παρεμβάσεις δεν υλοποιήθηκαν στο σύνολό τους. Παρόλα αυτά αν και η μελέτη δεν υλοποιήθηκε σε απόλυτο βαθμό, τα αποτελέσματα είναι εμφανή και αναφέρονται παρακάτω.

Η κατανομή της θερμοκρασίας του αέρος σε ύψος 1,80μ. από την επιφάνεια του εδάφους σε συνθήκες νηνεμίας με ανέφελο ουρανό κατά τις προμεσημβρινές ώρες (11.00) έδειξε ότι στη θέση που βρίσκεται ο ασφαλοστρωμένος χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων του πολυκαταστήματος ΜΑΚΡΟ δυτικά του πάρκου, παρουσιάζεται μια θερμή ζώνη, η οποία επιδρά αρνητικά στην βιοκλιματική λειτουργία του. Επίσης, ζώνη υψηλών θερμοκρασιών εντοπίζεται στην ανατολική πλευρά του πάρκου, όπου ο κυκλοφοριακός φόρτος της οδού Αγ. Άννης είναι αυξημένος.

Έντονη θερμική διαφοροποίηση δεν παρατηρείται στην κεντρική περιοχή του πάρκου, διότι έχει αυξηθεί με τις παρεμβάσεις, που έχουν γίνει βάση της μελέτης, η πυκνότητα της βλάστησης. Εξαίρεση αποτελεί νησίδα σχετικά αυξημένων τιμών θερμοκρασίας αέρος, που εντοπίζεται στη συμβολή του επιστρωμένου με λίθους καναλιού και του πλακοστρωμένου δρόμου, που διασχίζει κάθετα το πάρκο. Η θέση αυτή λειτουργεί ανασταλτικά στη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών στο σύνολο του πάρκου, διακόπτοντας την ενιαία από πλευράς βιοκλιματικής, συμπεριφορά του.

Η μικροκλιματική συμπεριφορά μιας φυτοκαλυμμένης επιφάνειας επηρεάζεται σημαντικά από τις συνθήκες άρδευσης των υφιστάμενων δέντρων και θάμνων. Αυτό γίνεται εμφανές στις επιμέρους κατανομές της θερμοκρασίας αέρος, όπου εντοπίζονται δροσερές περιοχές εκεί, όπου έχει γίνει πρόσφατη άρδευση των φυτών.

Η θερμομετρική διαφοροποίηση, που παρατηρείται μέσα στο πάρκο, κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι μικρή αλλά συγκρινόμενη με τις παρακείμενες περιοχές φτάνει κατά μέσο όρο τους 2,5 βαθμούς Κελσίου. Αντίθετα η θερμομετρική διαφοροποίηση κατά τη διάρκεια της νύχτας σε συνθήκες νηνεμίας είναι μικρότερη και φτάνει κατά μέσο όρο 1,4 βαθμούς Κελσίου ενώ υπάρχει μεγαλύτερη ποικιλομορφία όσον αφορά την κατανομή της. Έτσι δροσερές κηλίδες εντοπίζονται στην βορειοανατολική και βόρεια πλευρά του πάρκου. Νησίδια υψηλών θερμοκρασιών διαμορφώνεται στη συμβολή του πλακοστρωμένου δρόμου και του επιστρωμένου με λίθους καναλιού. Η παρουσία των δομικών αυτών υλικών λειτουργεί σαν συλλέκτης θερμότητας με αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια της νύχτας, να αποδίδονται τοπικά στην ατμόσφαιρα σημαντικά ποσά θερμότητας διακόπτοντας έτσι την ευνοϊκή λειτουργία των φυτών ως βιολογικού υλικού.

Σημαντική κρίνεται η θερμική επίδραση του ασφαλτοστρωμένου χώρου στάθμευσης του ΜΑΚΡΟ στην παρακείμενη βλάστηση του πάρκου με αποτέλεσμα πολλές φορές να επηρεάζει αρνητικά το 20% της επιφάνειάς του. Αντίθετα η θερμική επίδραση του δρόμου της Αγ. Άννης στο πάρκο παρουσιάζεται μειωμένη κατά τη διάρκεια της νύχτας λόγω του μειωμένου κυκλοφοριακού φόρτου.

Σε συνθήκες αυξημένης ανταλλαγής αερίων μαζών παρατηρείται μικρότερη θερμομετρική διαφοροποίηση. Οι χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας αέρος εντοπίζονται στη βορειοανατολική πλευρά του πάρκου, ενώ οι υψηλότερες στη συμβολή του ασφαλτοστρωμένου δρόμου με το κανάλι. Έντονη αρνητική επίδραση έχει η παρουσία του χώρου στάθμευσης στη δυτική πλευρά του πάρκου.

Από την αξιολόγηση των υδρομετρικών δεδομένων σε ανέφελες και νηνεμείς μέρες της θερμής περιόδου στην περιοχή του πάρκου Πέτρου Ράλλη διαπιστώθηκαν μειωμένες τιμές σχετικής υγρασίας του αέρος στην ανατολική και δυτική πλευρά του. Αυτό αποδίδεται αφενός στην επίδραση του κυκλοφοριακού φόρτου της οδού Αγ.

Άννης, στην ανατολική πλευρά, και αφετέρου στην επίδραση του ασφαλτοστρωμένου χώρου στάθμευσης του ΜΑΚΡΟ, που βρίσκεται στη δυτική πλευρά του πάρκου.

Η υγρομετρική διαφοροποίηση τόσο σε συνθήκες νηνεμίας όσο και σε συνθήκες αυξημένης ανταλλαγής αερίων μαζών είναι κατά μέσο όρο η ίδια με τη διαφορά ότι παρατηρείται μεγαλύτερη ομοιομορφία στο μεγαλύτερο μέρος του πάρκου σε συνθήκες έντονης ανταλλαγής αερίων μαζών. Στην περίπτωση αυτή, η ομοιόμορφη συμπεριφορά από υγρομετρική άποψη της μεγαλύτερης περιοχής του πάρκου αποδίδεται κυρίως στην εντονότερη ανταλλαγή αερίων μαζών σε συνδυασμό με την ομοιομορφία της κατανομής της βλάστησης και της άρδευσης σε αυτό.

5.3. Πάρκο Αγίας Άννης

Το πάρκο Αγίας Άννης διαμορφώθηκε και αυτό σύμφωνα με μελέτη που εκπονήθηκε από το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών εξ αρχής υλοποιώντας σχεδόν στο σύνολό του τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Έτσι σε συνθήκες νηνεμίας παρατηρούνται μειωμένες τιμές θερμοκρασίας αέρος σχεδόν στο σύνολο της επιφάνειας του πάρκου σε σύγκριση με τη γύρω περιοχή. Εστίες χαμηλότερων θερμοκρασιών εντοπίζονται στο βορειοδυτικό και ανατολικό τμήμα του πάρκου σε θέσεις, όπου η βλάστηση είναι πυκνότερη σε σύγκριση με άλλες θέσεις. Μικρή θερμική διαφοροποίηση παρατηρείται στην περιοχή, που βρίσκεται η λίμνη λόγω απουσίας νερού.

Οι σχετικά αυξημένες τιμές της θερμοκρασίας αέρος, που εντοπίζονται στην νοτιοανατολική και βορειοδυτική πλευρά του πάρκου, οφείλονται στην επίδραση των δρόμων, οι οποίοι τείνουν να επηρεάσουν τις θερμοϋγρομετρικές συνθήκες. Η παρουσία όμως της βλάστησης είναι εντονότερη με αποτέλεσμα την μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο δρόμο αυτό.

Η θερμική κατανομή στο χώρο του πάρκου σε συνθήκες νηνεμίας και σε συνθήκες έντονης ανταλλαγής αερίων μαζών, παρουσιάζει αναλογία, πλην όμως εμφανίζεται εντονότερη η πίεση που εξασκείται από τη δομημένη περιοχή στο πάρκο, όταν επικρατούν μεγαλύτερες ταχύτητες ανέμου.

Κατά τις πρωινές ώρες η χωρική κατανομή της θερμοκρασίας του αέρος κοντά στην επιφάνεια του εδάφους (0,10 μέτρα) , σε συνθήκες νηνεμίας με ανέφελο ουρανό έδειξε ότι η κεντρική περιοχή του πάρκου βρίσκεται σε σημαντικά ευνοϊκότερες συνθήκες περιβάλλοντος, ενώ η επίδραση των δρόμων και της γειτνιάζουσας δόμησης τείνει να το επηρεάσει αρνητικά. Έτσι παρατηρείται μείωση της θερμοκρασίας στο χώρο του πάρκου κατά 4,5C σε σύγκριση με τους παρακείμενους δρόμους.

Με την πάροδο της ημέρας είναι εμφανής η αρνητική επίδραση του κυκλοφοριακού φόρτου από τον δρόμο με τον οποίο γειτνιάζει στο νότιο τμήμα του πάρκου. Δροσερή περιοχή εντοπίζεται στο βόρειο τμήμα του πάρκου εκεί όπου η βλάστηση είναι πυκνότερη.

Από την χωρική κατανομή της σχετικής υγρασίας διαπιστώνεται ότι οι μεγαλύτερες τιμές της εστιάζονται σε θέσεις, όπου η βλάστηση είναι πυκνότερη ενώ οι μικρότερες σε θέσεις, όπου δεν υπάρχει φυτοκάλυψη. Όπως στην περίπτωση της κατανομής της θερμοκρασίας έτσι και της σχετικής υγρασίας η επίδραση των δρόμων είναι αρνητική και ιδιαίτερα όταν επικρατούν συνθήκες μειωμένης ανταλλαγής αερίων μαζών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το αντικείμενο της εργασίας είναι ιδιαίτερα ευρύ και εμπεριέχει μεγάλη βιβλιογραφία και σχετικές αναφορές. Όμως, η πλειοψηφία των σχετικών κειμένων αναφέρονται στον βιοκλιματικό και ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων κυρίως, ενώ για τους υπαίθριους χώρους και τις πόλεις ως σύνολα η υπάρχουσα βιβλιογραφία είναι μικρή. Αυτό συμβαίνει γιατί το θέμα του βιοκλιματικού σχεδιασμού ξεκίνησε να μελετάται τις τελευταίες δεκαετίες. Τώρα πλέον, έχει καλυφθεί πλήρως το θέμα του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων και η επιστημονική έρευνα έχει στραφεί και στους υπαίθριους χώρους. Αυτό συνέβη γιατί συνειδητοποιήθηκε η ανάγκη για συνολικό σχεδιασμό των πόλεων και όχι μεμονωμένων κτιρίων. Όπως προαναφέραμε ο συνολικός σχεδιασμός είναι πιο αποτελεσματικός και έχει καλύτερα αποτελέσματα στην βελτίωση της ποιότητας της ζωής των κατοίκων των πόλεων.

Ο σκοπός της εργασίας ήταν να παρουσιαστούν οι βασικές αρχές που πρέπει να διέπουν τον σχεδιασμό των πόλεων και αναφέρθηκαν τα συνηθέστερα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται και οι επιπτώσεις τους. Επίσης στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζεται το παράδειγμα της περιοχής του Ελαιώνα στην Αθήνα και πως τα πάρκα που υπάρχουν στην περιοχή συμβάλλουν στην κλιματική κατάσταση της ευρύτερης περιοχής.

Κλείνοντας, θα ήθελα να επισημάνω την ανάγκη για την δημιουργία υπαίθριων χώρων ευχάριστων στον χρήστη του με αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας της ζωής μας. Για τον σκοπό αυτό μπορούμε να συμβάλλουμε όλοι μας, καθένας με τον δικό του τρόπο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ

1. **Ενεργειακός Σχεδιασμός:** Εισαγωγή για αρχιτέκτονες. Υπό Ερωτόκριτου Τσίγκα. Για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Μάλλιαρης-Παιδεία. 1994.
2. **Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική.** Το Ευρωπαϊκό εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια. Εκδ. Μάλλιαρης Παιδεία για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Μετάφραση Ερωτόκριτος Π. Τσίγκα 1996.
3. **Συμπόσιο: Αρχιτεκτονική τοπίου αστικών υπαίθριων χώρων,** η προκήρυξη της Θεσσαλονίκης. Πρακτικά. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 1-3 Απριλίου 1993.
4. **Αραβαντινός Αθ. & Π. Κοσμάκη** (1988): «Υπαίθριοι χώροι στην πόλη. Θέματα ανάλυσης και πολεοδομικής οργάνωσης αστικών ελεύθερων χώρων και πρασίνου». Αθήνα, Εκδόσεις Συμεών.
5. **Βιοκλιματικό κτίριο γραφείων Χαμηλής Ενεργειακής Κατανάλωσης.** Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Αθήνα
6. **Γιαννιού Α. & Γκάρτζου Ε.,** (2003): «Η ανάπλαση του Ελαιώνα. Αποτίμηση και προοπτικές» Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης, Βόλος.
7. **Οικολογική Δόμηση:** Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), συγγραφείς: Μάνθος Σανταμούρης, Νίκος Κλειτσίκας, Κάτια Λαζαρίδη, Ελίνα Ευγενίου, Δήμος Τσαντίλης, Προκόπης Γαβριήλ, Άρης Τσαγκρασούλης. Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα 2000.
8. **Κοσμάκη Π.,** (2000): «Βελτίωση των όρων διαβίωσης και της ποιότητας του περιβάλλοντος στον ιστό της πόλης» στο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Περιβάλλοντος Χώρου. Τόμος Β', Προβλήματα Αποκατάστασης στη μικρή κλίμακα του αστικού Χώρου. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
9. **Colombo R., Landabaso A., Sevilla A.,** (1995): **Εγχειρίδιο σχεδιασμού.** Παθητική ηλιακή Αρχιτεκτονική για την περιοχή της Μεσογείου. Κοινό κέντρο ερευνών. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Ινστιτούτο μηχανικής

συστημάτων και πληροφορικής. Μονάδα αλληλεπίδρασης «Ενέργεια και Περιβάλλον» Βρυξέλλες.

10. **Κοσμόπουλος Π.**, (2004): «Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός», Δοκίμιο Εισαγωγής εκδ. University Studio Press, Δεύτερη έκδοση, Θεσσαλονίκη.
11. **Αραβαντινός Αθ.**, (1997): «Πολεοδομικός σχεδιασμός, για μια Βιώσιμη Ανάπτυξη του Αστικού χώρου», εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα.
12. **Ανανιάδου- Τζημοπούλου Μ.**, (1997): «Αρχιτεκτονική Τοπίου- Σχεδιασμός Αστικών Χώρων. Κριτική και Θεωρία. Σύγχρονες τάσεις σχεδιασμού τοπίου», Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
13. **Μπεριάτος Η.** (2002): «Χωροταξία III: Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός και Πολιτική». Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας – Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης.
14. **Χρυσομαλλίδου Ν.** (2000): Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας στο κτιριακό τομέα. Άρθρο στην ιστοσελίδα του ΤΕΕ.
15. **Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.** Ανακοίνωση της Επιτροπής στο Συμβούλιο, στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, στην Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή και στην Επιτροπή Περιφερειών. Προς μια θεματική στρατηγική για το αστικό περιβάλλον. Βρυξέλλες 11.02.2004.
16. **Wendehorst Rejnhard.** (1981): «Δομικά υλικά». Εκδότης Μ. Γκιούρδας, Αθήνα.
17. **Ανανιάδου-Τζημοπούλου Μ., Σαρηγιάννης Ι.** (1995): «Σχεδιασμός Αντικειμένων Αστικών Χώρων». Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
18. **Καλκάνη Γ., Χατήρη Ι.** (1992): «Τεχνολογία υλικών». Εκδόσεις Ίων. Αθήνα.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

1. John Todd, Erica J. G. Brown, Erik Wells (2003): '*Ecological design applied*'. Ecological Engineering 20, pp.421-420, Elsevier.
2. Helena Coch (1998): '*Chapter-4 Bioclimatism in vernacular architecture*'. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2, pp.67-87, Pergamon.

3. Howard T. Odum, B. Odum (2003): *'Concepts and methods of ecological engineering'*. Ecological Engineering 20, pp.339-361, Elsevier.
4. N. Cardinale, F. Ruggiero (1999): *'Energetic aspects of bioclimatic buildings in the Mediterranean area: a comparison between two different computation methods'*. Energy and Buildings 31, pp.55-63, Elsevier.
5. Hein van Bohemen (2002): *'Infrastructure, ecology and art'*. Landscape and Urban Planning 59, pp.187-201, Elsevier.
6. Metin Arikan (2003): *'Feasibility analysis of manufacturing high performance-ecological cement in Turkey'*. Building and environment, Elsevier.
7. Perry Pei-Ju Yang, Ong Boon Lay (2004): *'Applying ecosystem concepts to the planning of industrial areas: a case study of Singapore's Jurong Island'*. Journal of cleaner Production 12, Elsevier.
8. Victor Olgyay, Julee Herdt (2004): *'The application of ecosystems services criteria for green building assessment'*. Solar Energy, Elsevier.
9. Manfredi Nicoletti (1998): *'Architectural expression and low energy design'*. Renewable Energy 15, pp.32-41. Pergamon.
10. Darko Radovic (1996): *'Bioclimatic design as the core of Environment Programmes'*. Energy and Buildings 23, pp.271-275. Elsevier.
11. A. N. Tombazis, S. A. Preuss (2001): *'Design of Passive solar buildings in urban areas'*. Solar Energy vol.70, No 3, pp.311-318. Pergamon.
12. Marco Sala (1998): *'Advanced Bioclimatic architecture for buildings'*. Renewable Energy 15, pp. 271-276. Pergamon.
13. Editorial Land use and Sustainability Indicators. Land use Policy.
14. Jianlei Niu (2004): *'Some significant environmental issues in high-rise residential building design in urban areas'*, Energy and Buildings.
15. Susan L. Handy, Marlon G. Boarnet, Reid Ewing, E. Killinsworth (2002): *'How the built environment affects physical activity'*, 23, pp.64-73, American Journal of Preventive medicine.
16. Theodore Stathopoulos, Hanquing Wu, John Zacharias (2003): *'Outdoor human comfort in an urban climate'*, Building and Environment 39, pp.297-305.

17. Limor Shashua-Bar, Milo E. Hoffman (2004): 'Quantitative evaluation of passive cooling of the UCL microclimate in hot regions in summer, case study: urban streets and courtyards with trees', Building and Environment 39, pp.1087-1099.
18. Fransisco Gomez, Luisa Gil, Jose Jabaloyes (2004): 'Experimental investigation on the thermal comfort in the city: relationship with the green areas, interaction with the urban microclimate', Building and Environment 39, pp.1077-1086.
19. Koen Steemers (2004): 'Energy and the city', Energy and Buildings, 35, pp.3-14.
20. Simos Yannas (2001): 'Toward more sustainable cities', Solar Energy, Vol.70, No.3, pp.281-294.
21. Colin Porteus (2002): The new eco-Architecture. Alternatives from the modern movement. Spon Press. London and New York.
22. Peter Smith & Adrian C. Pitts (1997): Concepts in practice energy. Building for the Third Millennioum. Singapore.
23. Simos Yannas (1983): Passive and Low Energy Architecture. The Second International Plea Conference. 28 June-1 July 1983, Rethymnon, Crete. Pergamon Press.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

www.tee.gr: Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος

www.ruos.com: Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces

www.spitia.gr: Λεξικό όρων και κατάλογος υλικών και εταιρειών φιλικών προς το περιβάλλον.