

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1660

**ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΠΑΙΔΙΚΗΣ
ΧΑΡΑΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

ΠΑΠΑΔΕΑΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ, ΑΜ:6262

ΠΑΠΑΔΕΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΑΜ: 6459

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός μιας παιδικής χαράς. Με τη χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ προτείνεται η κατασκευή ηλιακών στεγάστρων τα οποία θα παρέχουν πρίζες για φόρτιση κινητών τηλεφώνων, φορητών υπολογιστών και ηλεκτρικών αναπηρικών αμαξιδίων. Τα στέγαστρα θα είναι επίσης θερμαινόμενα το χειμώνα και κλιματιζόμενα το καλοκαίρι με τη χρήση ειδικών μονάδων θέρμανσης/κλιματισμού που είναι κατάλληλες για χρήση σε εξωτερικούς χώρους. Επίσης θα γίνει μελέτη για χρήση ανεμιστήρων υδρονέφωσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και τέλος μελέτη για τον κατάλληλο φωτισμό του χώρου με χρήση και πάλι ηλιακών φωτιστικών.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι δημόσιοι υπαίθριοι χώροι αποτελούν από τη μία χώρους ανοικτούς προς τα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος (ήλιος, άνεμος, νερό, πράσινο), επιτρέποντας έτσι την είσοδο της φύσης στο δομημένο περιβάλλον. Από την άλλη είναι χώροι κίνησης – στάσης των ανθρώπων, συνεύρεσης των πολιτών, ενώ πολλές φορές ενσωματώνουν πολιτισμικές, ψυχαγωγικές, πολιτιστικές και αθλητικές δραστηριότητες.

Ο επανασχεδιασμός των ανοικτών δημόσιων χώρων στοχεύει στον επαναπροσδιορισμό του ρόλου τους ως πεδίων κοινωνικής ζωής και συναναστροφής. Τα παραπάνω επιτυγχάνονται με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό του χώρου, που γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το τοπικό κλίμα μιας περιοχής, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται θερμική και οπτική άνεση στον χώρο με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Σημαντικό στοιχείο του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελεί η αξιοποίηση των διαθέσιμων περιβαλλοντικών πηγών (ήλιος, αέρας, νερό, έδαφος) με την ενσωμάτωση παθητικών συστημάτων για σκοπούς θέρμανσης, κλιματισμού και φωτισμού του χώρου

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός μιας παιδικής χαράς. Με τη χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ προτείνεται η κατασκευή ηλιακών στεγάστρων τα οποία θα παρέχουν πρίζες για φόρτιση κινητών τηλεφώνων, φορητών υπολογιστών και ηλεκτρικών αναπηρικών αμαξιδίων. Τα στέγαστρα θα είναι επίσης θερμαινόμενα το χειμώνα και κλιματιζόμενα το καλοκαίρι με τη χρήση ειδικών μονάδων θέρμανσης/κλιματισμού που είναι κατάλληλες για χρήση σε εξωτερικούς χώρους. Επίσης θα γίνει μελέτη για χρήση ανεμιστήρων υδρονέφωσης κατά τους καλοκαρινούς μήνες και τέλος μελέτη για τον κατάλληλο φωτισμό του χώρου με χρήση και πάλι ηλιακών φωτιστικών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	I
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	II
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	5
Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων χώρων	5
1.1 Παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική	5
1.2 Περιβαλλοντικός και Βιοκλιματικός Σχεδιασμός των Υπαίθριων χώρων	6
1.3 Τα μέσα Βελτίωσης του αστικού μικροκλίματος.....	7
1.3.1 Η χρήση ψυχρών υλικών	7
1.3.2 Οι υδάτινες Επιφάνειες	9
1.3.3 Το αστικό πράσινο	9
1.4 Φαινόμενο θερμικής νήσου	10
1.5 Φαινόμενο Αστικής Χαράδρας	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	14
Πεδία Μελέτης του Βιοκλιματικού σχεδιασμού για τους Υπαίθριους Χώρους	14
2.1 Ο Ηλιασμός και η Ηλιοπροστασία	15
2.2 Ηλιακή Ακτινοβολία.....	15
2.2.1 Γεωμετρικές παράμετροι προσδιορισμού της ηλιακής ακτινοβολίας	18
2.2.2 Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας – κατανομή της στο χώρο ..	20
2.2.3 Ηλιακοί χάρτες.....	21
2.3 Ανάλυση συστήματος ψύξης – θέρμανσης επιφανειών	23
2.3.1 Γενικά.....	23

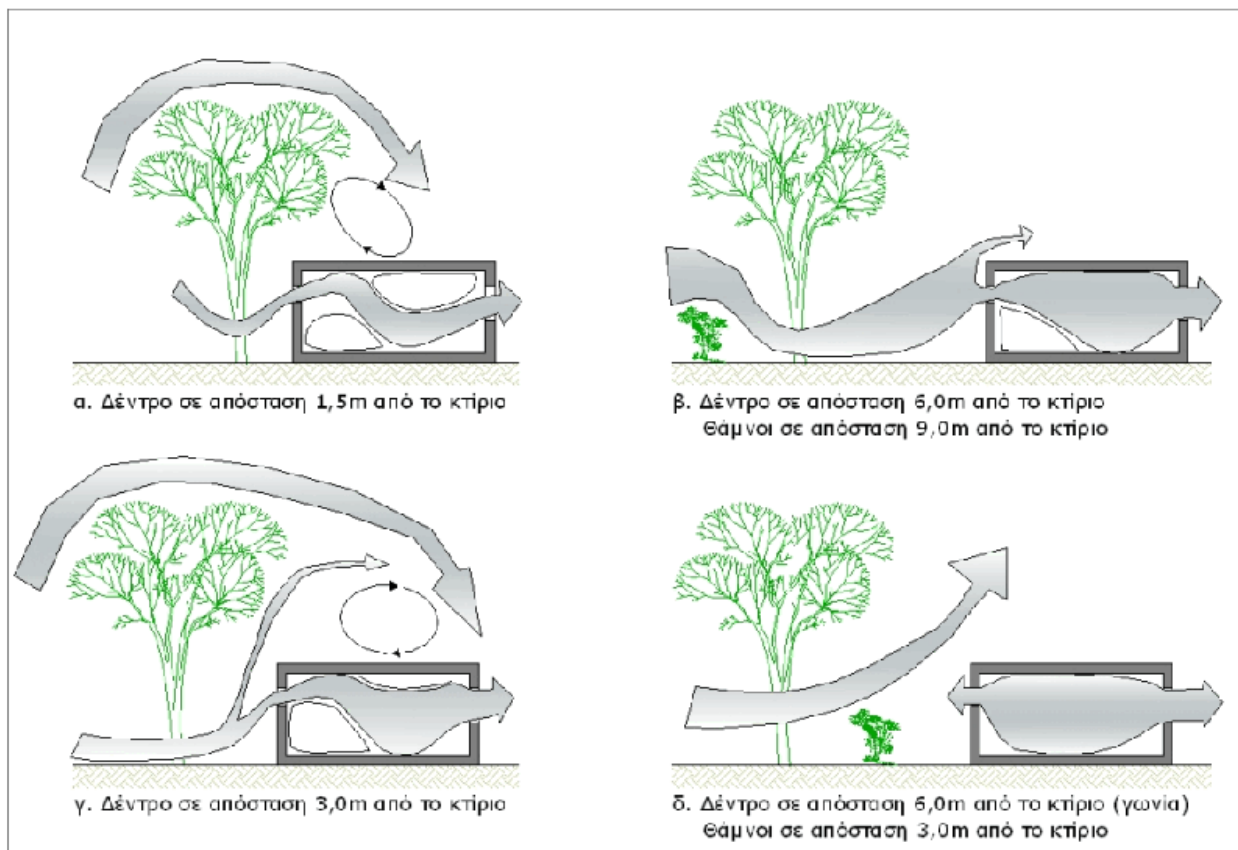
2.3.2	Ιδιότητες υλικών που επηρεάζουν την μεταφορά θερμότητας	25
2.4	Παράγοντες θερμικής ισορροπίας σε αστικό χώρο	27
2.4.1	Θερμοαποβολή	28
2.4.2	Ακτινοβολία	29
2.4.3	Αγωγή	29
2.4.4	Μεταφορά	29
2.4.5	Εξάτμιση του ιδρώτα	30
2.4.6	Θερμογένεση	31
2.5	Ο φυσικός δροσισμός	31
2.5.1	Ορισμός	31
2.5.2	Μελέτη του ανέμου στους αστικούς χώρους	33
2.5.3	Ανεμολογικά στοιχεία - Παράμετροι σχεδιασμού-Έλεγχος της ανεμορροής	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	38
Συνθήκες Άνεσης	38
3.1	Θερμική Άνεση	38
3.2	Ο ανθρώπινος παράγων στη θερμική άνεση	40
3.3	Ο περιβαλλοντικός παράγων στη θερμική άνεση	43
3.3.1	Θερμοκρασία	43
3.3.2	Υγρασία	43
3.3.3	Ταχύτητα Αέρα	44
3.4	Οπτική Άνεση	44
3.5	Ακουστική Άνεση	46
Κεφαλαίο 4	48
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	48

4.1 Ορισμοί	48
4.2 Αρχή λειτουργίας των Φωτοβολταϊκών	50
4.3 Μονάδες Φωτοβολταϊκών συστημάτων	51
4.4 Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών συστημάτων	54
4.4.1 Διασυνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα	54
4.4.2 Αυτόνομα συστήματα	57
4.5 Τεχνολογία φ/β στοιχείων	59
4.5.1 Κυψέλες μονοκρυσταλλικού πυριτίου	59
4.5.2 Κυψέλες πολυκρυσταλλικού πυριτίου	61
4.5.3 Κυψέλες λεπτής μεμβράνης (thin-film)	63
4.5.4 Υβριδικές κυψέλες	64
4.6 Εφαρμογές Φωτοβολταϊκών συστημάτων	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	69
Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ	69
5.1 Ηλιακά στέγαστρα	70
5.2 Μονάδα κλιματισμού και θέρμανσης	76
5.3 Φωτισμός της παιδικής χαράς	80
5.3.1 Εναλλακτική πρόταση	82
5.4 Ανεμιστήρες Υδρονέφωσης	84
5.5 Συμπεράσματα	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	86

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων χώρων

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1980 ως μια νέα τάση αστικού σχεδιασμού σε σχέση με το τοπικό μικροκλίμα. Ως βιοκλιματικός σχεδιασμός θεωρείται ο αρχιτεκτονικός και πολεοδομικός σχεδιασμός κτιρίων και οικιστικών συνόλων αντίστοιχα, που επιδιώκει την προσαρμογή του κτιρίου και του οικιστικού συνόλου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον προστατεύοντας ταυτόχρονα ευαίσθητες περιοχές με σπάνια οικοσυστήματα. Το κλίμα σε μακρο, μέσο και μικρο κλίμακα ορβίζει το φωτισμό, τον αερισμό, το σχεδιασμό και την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.



Εικόνα 1: Παράδειγμα αλλαγής της ροής του αέρα με τη χρήση βλάστησης και δέντρων

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός στοχεύει στην αξιοποίηση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων, ώστε να ελαχιστοποιεί τις ενεργειακές ανάγκες του όλο το χρόνο και να επιτυγχάνει περιορισμό στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας. Με την εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής μπορεί να επιτευχθεί ενεργειακή απεξάρτηση από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μέχρι και 60% με ταυτόχρονη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κι άλλων αερίων που συμβάλλουν στην όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Πιο συγκεκριμένα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι κυρίως αποτέλεσμα μιας ολοκληρωμένης και πολύπλοκης σύνθεσης, που λαμβάνει υπόψη της ένα μεγάλο σύνολο παραμέτρων όπως την τοπογραφία, το έδαφος, τον προσανατολισμό, τη σωστή επιλογή ανοιγμάτων, τη μελέτη του κελύφους, την επιλογή των κατάλληλων υλικών. Όμως αυτό δε σημαίνει πως τα περιθώρια των επεμβάσεων στα υφιστάμενα κτίρια είναι μικρά. Με σχετικά μικρές δαπάνες και φιλικές προς το χρήστη τεχνολογίες μπορούν να μειωθούν σημαντικά οι απώλειες θερμότητας, να προστατευθούν τα σπίτια από την υπερθέρμανση, να βελτιωθούν οι συνθήκες φυσικού φωτισμού και να περιορισθεί ο θόρυβος.

Αειφόρος ανάπτυξη

Το σύστημα *‘φυσικό περιβάλλον’* δημιουργείται από τη συνεχόμενη αλληλεπίδραση του εδάφους, του νερού και του αέρα με κάθε μορφή ζωής που βρίσκεται και αναπτύσσεται μέσα τους. Από την άλλη πλευρά, ο άνθρωπος, που επιβιώνει εντός του φυσικού περιβάλλοντος, διαμορφώνει, εξελίσσει και αναπτύσσει το ανθρωπογενές περιβάλλον εις βάρος πολλές φορές του αμιγώς φυσικού περιβάλλοντος, προκαλώντας τη συρρίκνωσή του.

Είναι γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια, εξαιτίας της τεράστιας ανάπτυξης της βιομηχανίας και της οικονομίας έχουν κάνει την εμφάνισή τους κι έχουν εξελιχθεί μεγάλα *περιβαλλοντικά προβλήματα*, των οποίων οι επιπτώσεις ενδεχομένως να έχουν αρνητική επίδραση στη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος στο σύνολό του.

Η προέλευση των περιβαλλοντικών προβλημάτων οφείλεται κατά κύριο λόγο στην υπέρμετρη κατανάλωση των φυσικών πόρων και στην περιβαλλοντική ρύπανση, διαδικασίες που απορρέουν από τις

ανθρώπινες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα κάθε μέρα, όπως μεταφορές, θέρμανση, κλιματισμός, βιομηχανία, αστική κατανάλωση, γεωργική δραστηριότητα, τουρισμός κ.α. και έχουν ως συνέπεια τη ρίψη διαφόρων ειδών αποβλήτων. Οι αποδέκτες αυτών των αποβλήτων είναι το έδαφος, η ατμόσφαιρα, τα επιφανειακά και υπόγεια νερά.

Συμπερασματικά λοιπόν, τα πιο σπουδαία περιβαλλοντικά προβλήματα είναι :

- *Το ενεργειακό πρόβλημα*, το οποίο οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αλόγιστη ενεργειακή κατανάλωση. Προς αυτή την κατεύθυνση έχουν αρνητική συμβολή η εξάντληση των μη ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων, κυρίως του πετρελαίου και των λιθανθράκων, η άνοδος των τιμών ενέργειας, η αβεβαιότητα της ενεργειακής τροφοδοσίας κτλ.
- *Η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του νερού και του εδάφους*. Το έδαφος υποβαθμίζεται ιδιαίτερα εξαιτίας της όλο και συνεχόμενης επέκτασης των καλλιεργειών εις βάρος πεδινών και τροπικών δασών
- *Η ατμοσφαιρική ρύπανση*, η οποία αρκετές φορές συνεπάγεται όξινη βροχή, διεύρυνση της τρύπας του όζοντος, ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, κλιματική αλλαγή και ακραία καιρικά φαινόμενα σε αρκετές περιπτώσεις
- *Τα απορρίμματα και απόβλητα*, είτε αστικής είτε βιομηχανικής φύσεως
- *Ο θόρυβος*, ο οποίος διακρίνεται σε οδικό / κυκλοφοριακό, σε βιομηχανικό, σε θόρυβο εγκαταστάσεων, σε σιδηροδρομικό και σε αεροπορικό
- *Η οπτική / αισθητική ρύπανση*. Συχνά, τα ανθρώπινα έργα έχουν ως αντίκτυπο τη διάχυση στο περιβάλλον αντικειμενικών εικόνων, από εγκαταλελειμμένα κτίρια ή αντικείμενα. Οι επιπτώσεις αυτού του προβλήματος σχετίζονται κατά κύριο λόγο με τον ψυχισμό των κατοίκων.

Τα προβλήματα του περιβάλλοντος λοιπόν που αναφέρθηκαν, σε συνδυασμό με τις επιπτώσεις που επιφέρουν σε αυτό, εγκυμονούν κινδύνους για τη βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων του πλανήτη, γι' αυτό και είναι η απαραίτητη η υιοθέτηση ενός νέου τρόπου ζωής και ανάπτυξης, βασισμένου κατά κύριο λόγο στην **‘αιφορία’**.

Για τον όρο **‘αιφόρος’** γίνεται για πρώτη φορά αναφορά στον Σοφοκλή. Ο όρος αυτός είχε υιοθετηθεί στον τομέα της δασοπονίας και σήμαινε μια συγκεκριμένη μέθοδος διαχείρισης του δάσους, σύμφωνα με την οποία «όταν αφαιρείται από το δάσος όγκος ξύλου ίσος ή και λιγότερος με αυτόν που έχει παραχθεί κατά το θεωρούμενο διάστημα, τότε λέμε ότι το δάσος αιφορεί». Μπορούμε να ορίσουμε ότι **Αιφόρος Ανάπτυξη (Α.Α.)** είναι η «ανάπτυξη που καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες».

Η **Αιφόρος Ανάπτυξη** λοιπόν μπορούμε να πούμε ότι αποσκοπεί στο να βελτιώσει τις συνθήκες διαβίωσης του ανθρώπου, διαφυλάσσοντας παράλληλα το περιβάλλον βραχυπρόθεσμα και, κυρίως, μακροπρόθεσμα.

Πλέον οι αρχιτέκτονες – μελετητές καλούνται να αντιμετωπίσουν μια σειρά πρακτικών μέτρων, προκειμένου να αξιοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια καθώς και οι άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, γεωθερμία), οι τοπικές κλιματικές συνθήκες και τα γεωμορφολογικά δεδομένα. Καταρχάς πρέπει να εξεταστούν όλοι εκείνοι οι τομείς, οι οποίοι επηρεάζονται από το δομημένο περιβάλλον και τα επηρεάζουν άμεσα, έτσι ώστε να εξασφαλίσουν την θερμική και οπτική άνεση. Έτσι, αναλογιζόμενοι τη σημερινή πραγματικότητα, οι μελετητές καλούνται να αντιμετωπίσουν μεγάλες αλλαγές σε παγκόσμιο επίπεδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων χώρων

1.1 Παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική ορίζουμε τη διαδικασία σχεδιασμού κτιρίων κατά την οποία ο μελετητής λαμβάνει υπόψη μια σειρά παραμέτρων, που ως στόχο έχουν την ορθολογική χρήση της ενέργειας με σκοπό την εξοικονόμησή της. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη είναι το τοπικό κλίμα ώστε να εξασφαλιστεί η οπτική και η θερμική άνεση χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια, τα διάφορα φυσικά φαινόμενα του κλίματος καθώς και άλλες περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως η ηλιοφάνεια, η βλάστηση, ο άνεμος, η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα αλλά και η σκίαση από άλλα κτίρια. Τα κύρια στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια και στοχεύουν στην αξιοποίηση των διαθέσιμων περιβαλλοντικών πηγών ώστε να εξασφαλίσουν ψύξη, θέρμανση και φυσικό φωτισμό για κτίρια.

Εφαρμόζοντας τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων που οδηγεί στη μείωση των απωλειών, δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης και ελαττώνονται οι απαιτήσεις σε θέρμανση, παράγεται θερμότητα μέσω ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους κάτι που προκαλεί τη μείωση των αναγκών της κατοικίας σε θέρμανση καταφέροντας έτσι να καλύπτει τις ανάγκες του κτιρίου οικονομικότερα και χωρίς μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις.

Επιπλέον, επιτυγχάνεται η μερική διατήρηση της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό στα ιδανικά επίπεδα, ανάλογα την εποχή, υψηλά το χειμώνα και χαμηλά το καλοκαίρι έτσι δεν υπάρχει ανάγκη για προσάρτηση επιπλέον συστημάτων που θα βοηθήσουν στη διατήρηση των ιδανικών επιπέδων. Τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής χωρίζονται σε : **ενεργειακά** (μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της εξασφάλισης θερμικής και οπτικής άνεσης), **οικονομικά** (καθώς μειώνονται οι ανάγκες αλλά και το κόστος από την εγκατάσταση Η/Μ), **περιβαλλοντικά** (καθώς μειώνονται οι ρύποι, οι εκπομπές CO₂) αλλά και **κοινωνικά** καθώς βελτιώνεται η

ποιότητα της ζωής. Όλα αυτά επιτυγχάνονται με *τεχνικές* πάνω στην κατασκευή του κτιρίου, *το σχεδιασμό, τον προσανατολισμό* και τη *διαρρύθμιση της κατοικίας* συμβάλλοντας στον περιορισμό των αναγκών της κατοικίας σε μηχανολογικό εξοπλισμό για τη θέρμανση ή την ψύξη της.

Η προστασία του περιβάλλοντος που προκύπτει μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι σημαντική καθώς κατά την κατασκευή μιας οικολογικής κατοικίας αξιοποιούνται άμεσα οι θετικές παράμετροι του κλίματος όπως η ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση και οι άνεμοι για τον φυσικό δροσισμό, όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω κι από τη χρήση αυτών προκύπτει μειωμένη εκπομπή ρύπων και συνάμα μειωμένη ρύπανση του περιβάλλοντος. Στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι σημαντικό κατά το σχεδιασμό της κατοικίας να προσαρμόζεται το κτίριο στο κλίμα της περιοχής, το φυσικό περιβάλλον, να στοχεύει στην χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και τη διατήρηση της θερμικής άνεσης. Βασική προϋπόθεση για να συμβούν αυτά είναι η χρήση της εγχώριας ενέργειας η οποία πρέπει να είναι ανανεώσιμη.

1.2 Περιβαλλοντικός και Βιοκλιματικός Σχεδιασμός των Υπαίθριων χώρων

Οι αρχές του περιβαλλοντικού σχεδιασμού στην πόλη αφορούν:

- Την επίτευξη ικανοποιητικών συνθηκών **θερμικής, ακουστικής, οπτικής άνεσης και ποιότητας** του περιβάλλοντος σε υπαίθριους χώρους και με τις ιδιότητες που αυτοί εξυπηρετούν έτσι ώστε οι χώροι αυτοί να συμβάλουν στην ποιότητα των κατοίκων της πόλης.
- **Τον περιορισμό και την τελική εξάλειψη της χρήσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας** στα κτίρια και στις αστικές μεταφορές έτσι ώστε να μην επιβαρύνεται το περιβάλλον και οι ανοιχτοί χώροι με ρύπους και να μην μειώνονται οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Την **διατήρηση των φυσικών πόρων (νερό, έδαφος, θάλασσα, αέρας)** στην φυσική τους κατάσταση (ανάγλυφο και κλίση εδάφους) με την σωστή διαχείριση και αποφυγή της ρύπανσής τους.

- Την διατήρηση αναλλοίωτου του φυσικού περιβάλλοντος με τις λιγότερο κατά το δυνατό παρεμβάσεις οι οποίες να συμβάλουν στην βιωσιμότητα του και όχι στον αφανισμό του (ποτάμια, χείμαρροι, λίμνες, υγροβιότοποι)
- Την διατήρηση της χλωρίδας και πανίδας, της πολιτιστικής και πολιτισμικής κληρονομιάς της περιοχής (διατηρητέα κτίρια, αρχαιολογικοί χώροι), καθώς και πρόνοια για προστασία από πλημμύρες και γεωλογικά φαινόμενα (σεισμούς, αστάθεια εδαφών).

1.3 Τα μέσα Βελτίωσης του αστικού μικροκλίματος

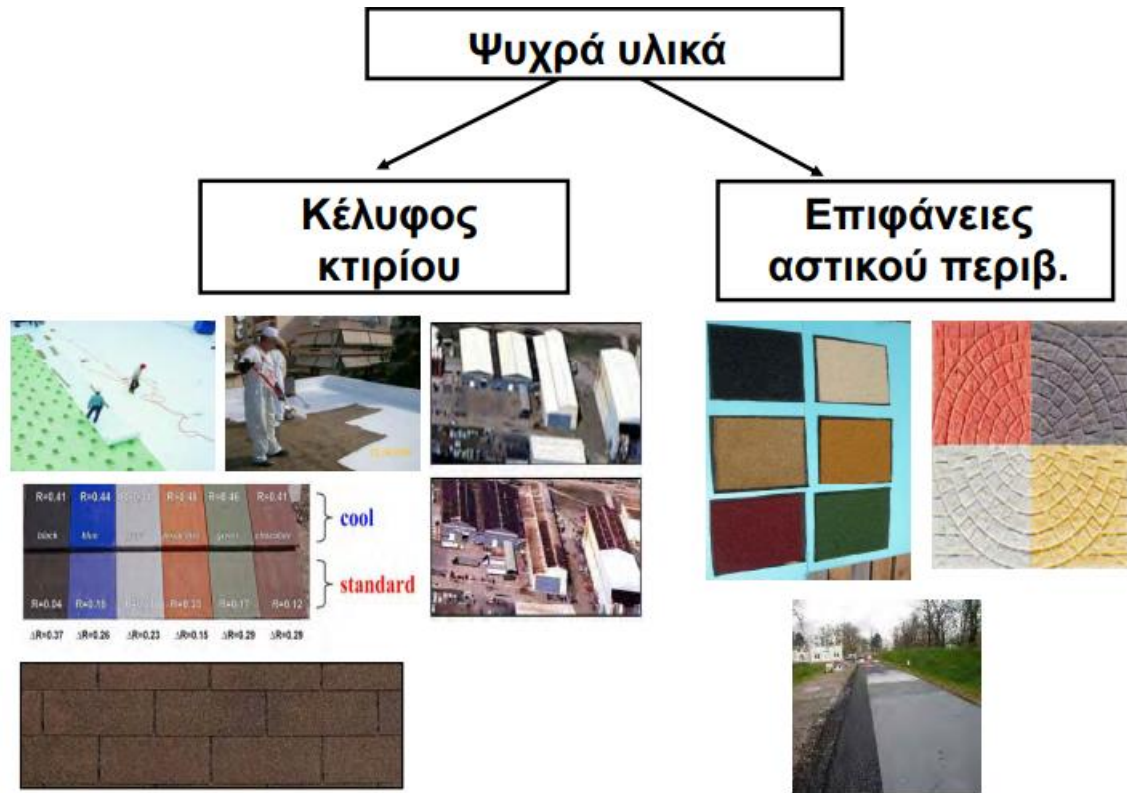
Τα μέσα βελτίωσης του αστικού μικροκλίματος είναι:

1.3.1 Η χρήση ψυχρών υλικών

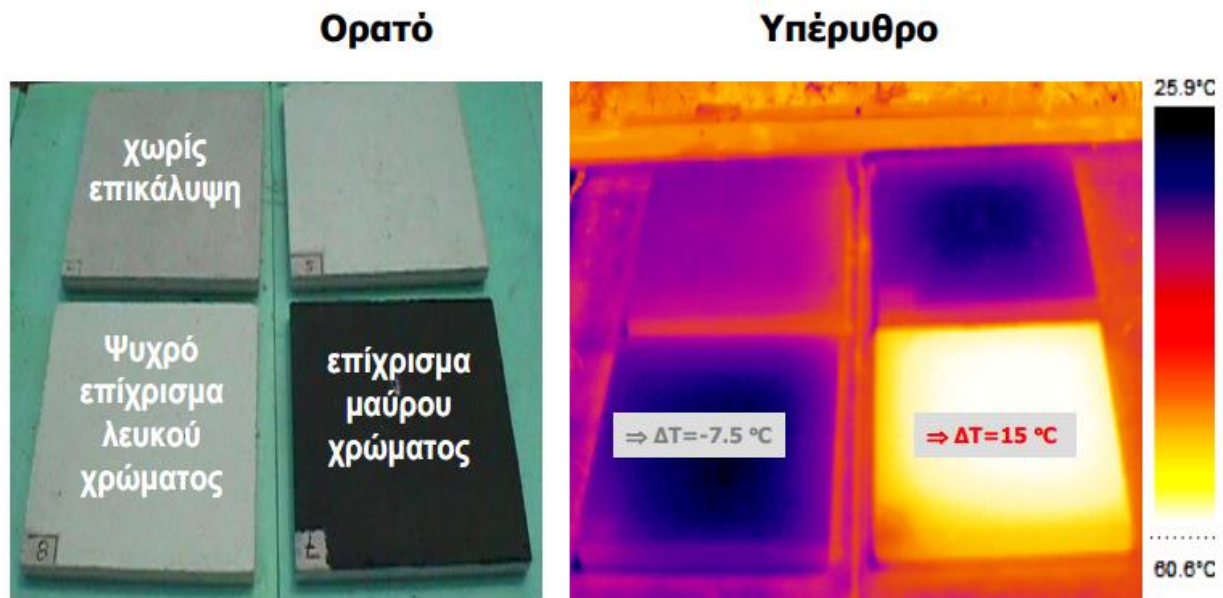
Τα ψυχρά υλικά ξέρουμε ότι διαθέτουν υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και υψηλό συντελεστή εκπομπής. Κατά συνέπεια έχουν μικρότερη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας και αποβάλλουν ευκολότερα τη θερμότητα (IR ακτινοβολία). Και από τα δύο αυτά χαρακτηριστικά των ψυχρών υλικών καταλήγουμε στη **μικρότερη επιφανειακή T**. Άρα εισέρχεται λιγότερη θερμότητα στο κτίριο αλλά και λιγότερη θερμότητα μεταδίδεται στον υπερκείμενο αέρα.



Εικόνα 2: Υψηλή ανακλαστικότητα των ψυχρών υλικών



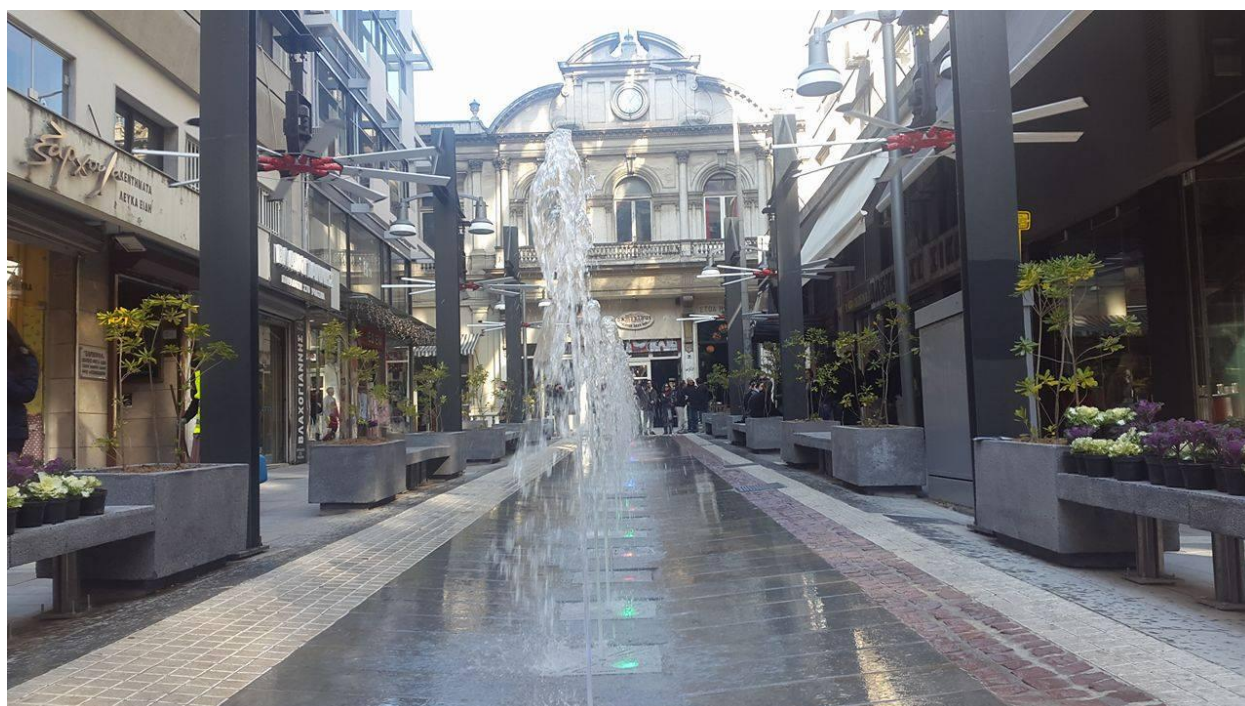
Εικόνα 3: Πεδία εφαρμογής ψυχρών υλικών



Εικόνα 4: Έλεγχος διαφοράς θερμοκρασίας σε ψυχρά υλικά με τη χρήση θερμοκάμερας

1.3.2 Οι υδάτινες Επιφάνειες

Το νερό διαθέτει πολύ μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα, με αποτέλεσμα να αποθηκεύει σημαντικές ποσότητες θερμότητας και να λειτουργεί σταθεροποιητικά στις θερμοκρασιακές συνθήκες του περιβάλλοντος. Έχει χαμηλή ανακλαστικότητα και απορροφά το μεγαλύτερο μέρος της προσπίσουςας ηλιακής ακτινοβολίας. Η αύξηση της θερμοκρασίας του επιταχύνει την εξάτμισή του με συνέπεια να λειτουργεί ως στοιχείο δροσισμού του χώρου.



Εικόνα 5: Εφαρμογή συντριβανιών για φυσικό δροσισμό σε αστικό περιβάλλον

1.3.3 Το αστικό πράσινο

Οι ιδιότητες που διαθέτουν τα φυτά επιδρούν σημαντικά στο αστικό μικροκλίμα. Οι κυριότερες από αυτές είναι το υψηλό ποσοστό απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας και η χαμηλότερη θερμοχωρητικότητα και θερμική αγωγιμότητα σε σχέση με τα δομικά υλικά των κτιρίων και των υπαίθριων χώρων. Το αστικό πράσινο δημιουργεί σημαντικό ποσοστό σκίασης στο αστικό περιβάλλον. Το ποσοστό για την ορατή και την υπέρυθη ακτινοβολία που απορροφάται

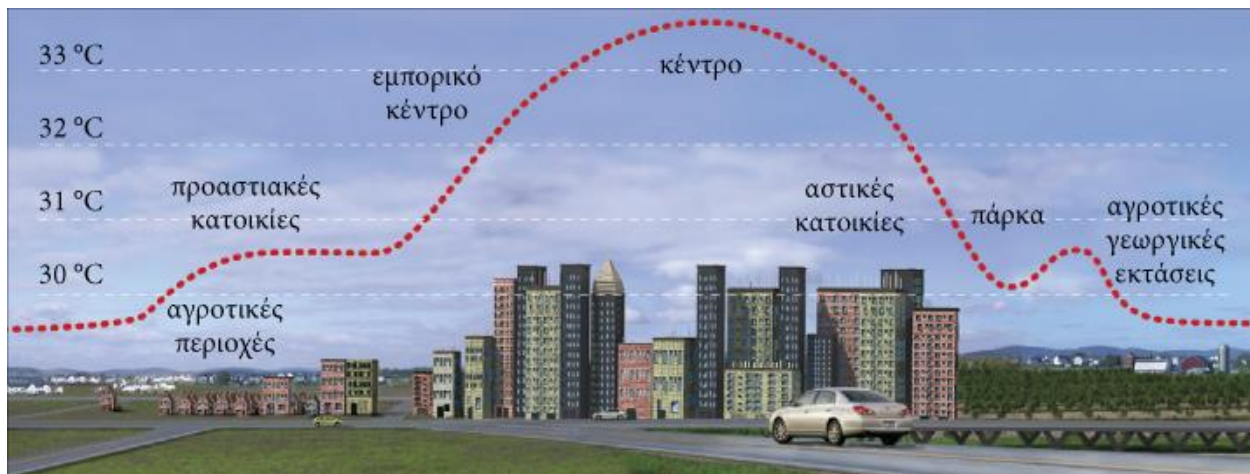
είναι περίπου 50%, το ποσοστό που αντανakλάται 30% και μόνο το 20% εκπέμπεται. Σημαντική είναι και η επίδραση στις ανεμολογικές συνθήκες, καθώς αύξηση της εδαφοκάλυψης με δέντρα κατά 10%, συνεπάγεται μείωση της ταχύτητας του ανέμου κατά 10-20%.



Εικόνα 6: Πράσινη ταράτσα

1.4 Φαινόμενο θερμικής νήσου

Θερμική νησίδα ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο η **θερμοκρασία** στο κέντρο μιας πόλης είναι μεγαλύτερη απ' αυτή των προαστίων και της αγροτικής περιοχής που την περιβάλλει. Παρατηρείται κυρίως μετά τη δύση του **ήλιου**, όταν δεν υπάρχουν ισχυροί **άνεμοι** και οφείλεται κατά κύριο λόγο σε δυο παράγοντες : στο μικρότερο βαθμό ψύξης του κέντρου της πόλης σε σχέση με την περιφέρεια και στην εκπομπή **θερμότητας** στο κέντρο απ' τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες που γίνονται εκεί. Για μικρές πόλεις η τιμή της διαφοράς θερμοκρασίας είναι **2-3°C**, ενώ για μεγάλες πόλεις όπως π.χ. η Αθήνα μπορεί να φτάσει τους **10-12 °C**.



Εικόνα 7: Αστική θερμική νησίδα

Πιο συγκεκριμένα, οι παράγοντες που προκαλούν την εμφάνιση της **αστικής θερμική νησίδα** είναι:

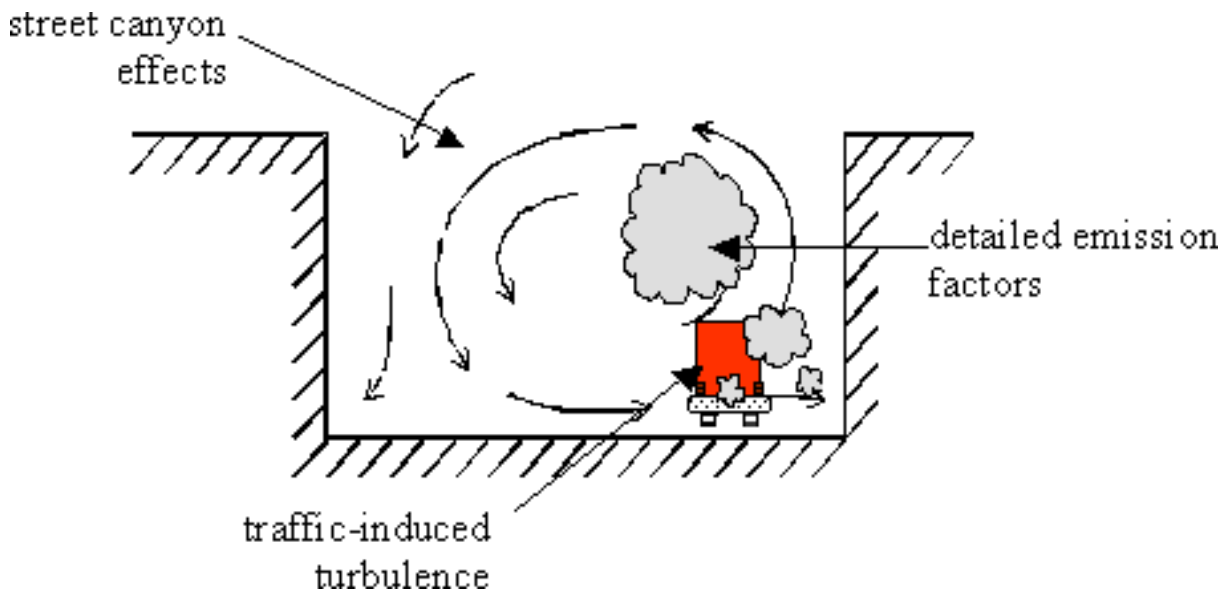
- Η υψηλότερη απορρόφηση της **ηλιακής ακτινοβολίας** απ' τους δρόμους (λόγω της μικρής ανακλαστικότητάς τους) και της **θερμότητας** απ' τα υλικά των κτιρίων και η απελευθέρωσή της τη νύχτα
- Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που γίνονται στο κέντρο της πόλης και τα περισσότερα σε σχέση με την περιφέρεια οχήματα που υπάρχουν εκεί.
- Η επανεκπομπή προς το έδαφος της μεγάλου μήκους κύματος **ακτινοβολίας** απ' τους **ρύπους** που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.
- Η μειωμένη εξάτμιση λόγω της **έλλειψης πράσινου** στο κέντρο της πόλης.

Οι επιπτώσεις της Θερμικής Νησίδα επικεντρώνονται κυρίως στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων των πόλεων και στις επιδράσεις πάνω στην υγεία τους. Είναι γνωστή η συνέργια των υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι πάνω στη θνησιμότητα και τη νοσηρότητα ηλικιωμένων κυρίως ατόμων. Η αστική θερμική νησίδα μπορεί σε νύχτες που δεν υπάρχει ισχυρός άνεμος να προκαλέσει την κυκλοφορία αέρα απ' την περιφέρεια στο κέντρο της πόλης και μαζί μ' αυτόν και των ρύπων που παράγονται εκεί, αυξάνοντας έτσι την **ατμοσφαιρική ρύπανση** του κέντρου. Ακόμα, η ύπαρξή της σημαίνει τόσο την ύπαρξη **στρώματος ανάμειξης** στο κατώτερο **οριακό στρώμα** της αστικής ατμόσφαιρας όσο και την εμφάνιση **θερμοκρασιακής**

αναστροφής σε κάποιο ύψος (που εξαρτάται απ' την ένταση της θερμονησίδας). Έτσι, οι ρύποι παγιδεύονται τη νύχτα στην περιοχή του κέντρου, επιβαρύνοντας περισσότερο την κατάσταση από πλευράς ρύπανσης.

1.5 Φαινόμενο Αστικής Χαράδρας

Ο όρος **χαράδρα** δρόμου αναφέρεται στην ιδανική περίπτωση ενός σχετικά στενού δρόμου με τα κτίρια παρατεταγμένα συνεχώς και στις δύο πλευρές. Ωστόσο, ο ίδιος όρος έχει χρησιμοποιηθεί και για μεγαλύτερους δρόμους. Στον πραγματικό κόσμο, ένας ευρύτερος ορισμός του όρου που έχει εφαρμοστεί είναι ότι η χαράδρα δεν πλαισιώνεται απαραίτητα από κτίρια συνεχόμενα και στις δύο πλευρές, επιτρέποντας έτσι κάποια ανοίγματα στα τοιχώματα της χαράδρας.



Εικόνα 8: Το φαινόμενο της αστικής χαράδρας

Μια οδική χαράδρα εκφράζεται συνήθως από τις διαστάσεις της, οι οποίες είναι **το ύψος της H** και **το πλάτος της W**. Μια χαράδρα λέγεται **κανονική**, εάν έχει αναλογία διαστάσεων περίπου ίση σε **1** και δεν έχει μεγάλα ανοίγματα στους τοίχους. Για βαθιές χαράδρες, η τιμή της αναλογίας διαστάσεων μπορεί να φτάνει και το **2**. Τέλος, **το μήκος L** της χαράδρας συνήθως εκφράζει την οδική απόσταση μεταξύ δύο μεγάλων διασταυρώσεων, χωρίζοντας τις χαράδρες

1) σε σύντομες $L/H \approx 3$,

2) μεσαίου μήκους $L/H \approx 5$ και

3) μακριές $L/H \approx 7$.

Οι αστικοί δρόμοι μπορεί να θεωρηθούν, επίσης, **συμμετρικές** χαράδρες, αν τα κτίρια που πλαισιώνουν το δρόμο έχουν περίπου το ίδιο ύψος, ή **ασύμμετρες** χαράδρες, αν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στα ύψη των κτιρίων.

Όσο ευρύτερη είναι μία χαράδρα, τόσο μικρότερη είναι η επίδραση των πράσινων στεγών και πράσινων τοίχων για τη μείωση της θερμοκρασίας της. Για ευρύτερες χαράδρες, οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό επηρεάζονται από την αναλογικά μεγαλύτερη επιφάνεια των δρόμων και το γεγονός ότι είναι περισσότερο εκτεθειμένες σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Πεδία Μελέτης του Βιοκλιματικού σχεδιασμού για τους Υπαίθριους Χώρους

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός θεωρεί και αντιμετωπίζει το κτίριο ή τα οικιστικά σύνολα, τον αστικό χώρο και το κλίμα του τόπου ως μια ενότητα αλληλεξαρτώμενη, με αμοιβαίες επιδράσεις και θέτει ως πρωταρχικό στόχο τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης (θερμικής, οπτικής) για τον άνθρωπο. Σκοπός είναι να ενθαρρύνεται μέσω του σχεδιασμού η χρήση του χώρου σε όλες τις εποχές του έτους, αξιοποιώντας τα θετικά κλιματικά στοιχεία και ταυτόχρονα περιορίζοντας τις όποιες δυσμενείς μικροκλιματικές ιδιαιτερότητες. Στα μεσογειακά κλίματα, όπως είναι το ελληνικό, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός λαμβάνει υπόψη την ύπαρξη δυο ευδιάκριτων εποχών με έντονα κλιματικά στοιχεία: το καλοκαίρι, που χαρακτηρίζεται από μεγάλη ηλιοφάνεια και υψηλές θερμοκρασίες και το χειμώνα, που χαρακτηρίζεται με χαμηλές θερμοκρασίες και περιοδικά έντονους ανέμους.

Τα βασικά πεδία μελέτης του βιοκλιματικού σχεδιασμού για τους υπαίθριους χώρους τα οποία αναλύονται και εκτενέστερα στη συνέχεια είναι:

- **Ο Ηλιασμός και η ηλιοπροστασία.**
- **Η ανάλυση συστήματος ψύξης – θέρμανσης επιφανειών.**
- **Ο φυσικός δροσισμός χώρων.**
- **Οι συνθήκες άνεσης.**

2.1 Ο Ηλιασμός και η Ηλιοπροστασία

Με τον όρο « **ηλιασμός** » εννοούμε την επιλεκτική έκθεση χώρων στην ηλιακή ακτινοβολία, ενώ με τον όρο **ηλιοπροστασία** την ηθελημένη αποφυγή της. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τον ηλιασμό ενός υπαίθριου χώρου είναι ο *προσανατολισμός*, η *κλίση* ως προς το οριζόντιο επίπεδο, και η *αλληλοσκίαση* των επιφανειών που τον περιβάλλουν.

Το πότε και πόσο ένας χώρος χρειάζεται ηλιασμό ή ηλιοπροστασία εξαρτάται τόσο από τη χρήση του χώρου, όσο και από τις κλιματικές συνθήκες. Σε έναν υπαίθριο χώρο που χρησιμοποιείται παροδικά, από εν κινήσει χρήστες – περαστικούς, η θερμική άνεση είναι λιγότερο σημαντική σε σχέση με την χρήση που είναι συνεχής. Για τους υπαίθριους χώρους οι μικροκλιματικές συνθήκες του άμεσου περιβάλλοντος είναι εξίσου σημαντικό κριτήριο σχεδιασμού. Καθώς π.χ. στην Γερμανία χρειάζεται η μέγιστη εκμετάλλευση του ηλιασμού ενώ στην Ελλάδα οι ανάγκες είναι διαφορετικές, καθώς χρειαζόμαστε μεγάλο μέρος του χρόνου ηλιοπροστασία.

2.2 Ηλιακή Ακτινοβολία

Με τον όρο **ακτινοβολία** εννοούμε την *εκπομπή* και *διάδοση ενέργειας* με ηλεκτρομαγνητικά κύματα είτε στο κενό, είτε μέσα σε διαπερατό από την ακτινοβολία μέσο. Την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χαρακτηρίζουν: **1.** Το **μήκος κύματος (λ)**, που μετριέται σε microns, **2.** Η **ένταση** της ακτινοβολίας, δηλαδή η ενέργεια που προσπίπτει στη μονάδα του χρόνου και στη μονάδα επιφάνειας, **3.** Η **ικανότητα εκπομπής** για ορισμένο μήκος κύματος λ και ορισμένη θερμοκρασία T , είναι η ενέργεια που εκπέμπει το σώμα από την μονάδα επιφάνειας στην μονάδα του χρόνου.

Όταν μια ποσότητα ακτινοβολίας προσπίπτει σ' ένα σώμα, τότε ένα μέρος αυτής **απορροφάται** από αυτό, ένα άλλο μέρος της **ανακλάται** και το υπόλοιπο περνάει μέσα απ' το σώμα αλλάζοντας *ταχύτητα* και *μήκος κύματος*, ανάλογα με το δείκτη διάθλασης του σώματος. Το ποσοστό της ενέργειας που *απορροφάται* ονομάζεται **απορροφητική ικανότητα (a)**. Το ποσοστό της ακτινοβολίας που *ανακλάται* από το σώμα ονομάζεται **ανακλαστική ικανότητα (r)**. Το ποσοστό ακτινοβολίας που *διαπερνά* το σώμα ονομάζεται **συντελεστής μεταφοράς (t)**. Έχουμε : $a + r + t = 1$ Οι συντελεστές r και t εξαρτώνται από a) το

μήκος κύματος της ακτινοβολίας, β) την φύση, και γ) το είδος της επιφάνειας του σώματος.

Η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο σε ελλειπτική τροχιά με απόσταση 152 εκατομμύρια χιλιόμετρα στο αφήλιο (το σημείο της τροχιάς ενός σώματος του Ηλιακού Συστήματος που βρίσκεται στη μεγαλύτερη απόσταση από τον Ήλιο) και 147 εκατομμύρια χιλιόμετρα στο περιήλιο (το σημείο της τροχιάς ενός σώματος του Ηλιακού Συστήματος που βρίσκεται στη μικρότερη απόσταση από τον Ήλιο). Η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο γίνεται με μία σταθερή κλίση **23,5°** του άξονα της ως προς την ιδεατή κάθετο στο επίπεδο περιφοράς, γεγονός το οποίο δημιουργεί τις εποχιακές κλιματικές διαφορές. Επομένως το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται η Γη δεν είναι σταθερό, αλλά παρουσιάζει διακυμάνσεις.

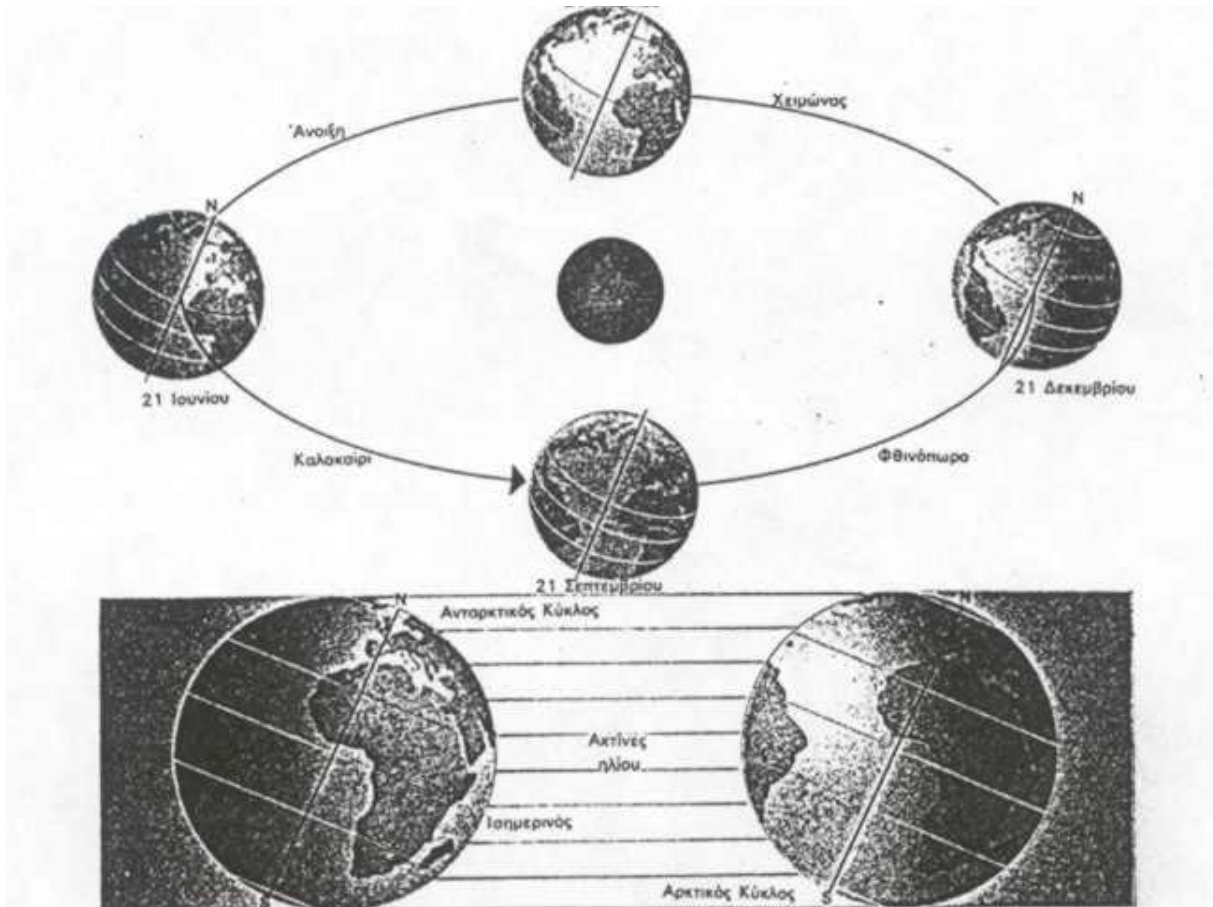
Ο ήλιος εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με **σωματιδιακή μορφή**, που αποτελείται από ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια (πρωτόνια- νετρόνια) μικρής έντασης και κυρίως **κυματική μορφή**. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία αποτελείται από διάφορα μήκη κύματος (φάσμα) όπως: • **ραδιοκύματα** με μήκος κύματος 1,25 μέχρι 16- 30m, • **ηλιακό φάσμα** με μήκος κύματος 0,29 μέχρι 4,0 m, • **ακτίνες χ** με μικρό μήκος κύματος.

Η γη απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει μέχρι αυτήν και κατόπιν την επανεκπέμπει στο διάστημα σε μεγαλύτερα μήκη κύματος. Η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που δέχεται η μονάδα της επιφάνειας κάθετης στις ηλιακές ακτίνες στη μέση απόσταση γης-ηλίου στο όριο της ατμόσφαιρας μέσα σ' ένα λεπτό ονομάζεται ηλιακή σταθερά. Η ένταση της ηλιακής ενέργειας στη γη εξαρτάται από: • την απόσταση της γης-ήλιου • το ύψος του ήλιου καθώς και • από την ατμόσφαιρα και την κατάσταση της.

Η **ηλιακή ακτινοβολία** εξασθενεί καθώς διέρχεται την ατμόσφαιρα λόγω της διάχυσης, την ανάκλασης προς το διάστημα και της απορρόφησης που υφίσταται σε όλα τα μέρη του φάσματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η οπτική μάζα την οποία διασχίζει η ακτινοβολία τόσο μεγαλύτερη είναι η εξασθένιση της λόγω απορρόφησης.

Η **διάχυση** είναι η αλλαγή διεύθυνσης του φωτός λόγω αλληλεπιδράσεων γης με τα μόρια του αέρα και μικρά σωματίδια που αιωρούνται μέσα στην ατμόσφαιρα. Η **ανάκλαση** οφείλεται στα

αιωρήματα και στα νέφη της ατμόσφαιρας. Η **απορρόφηση** γίνεται από τα συστατικά της ατμόσφαιρας με διαφορετικό τρόπο.



Εικόνα 9: Περιφορά της γης γύρω από τον ήλιο

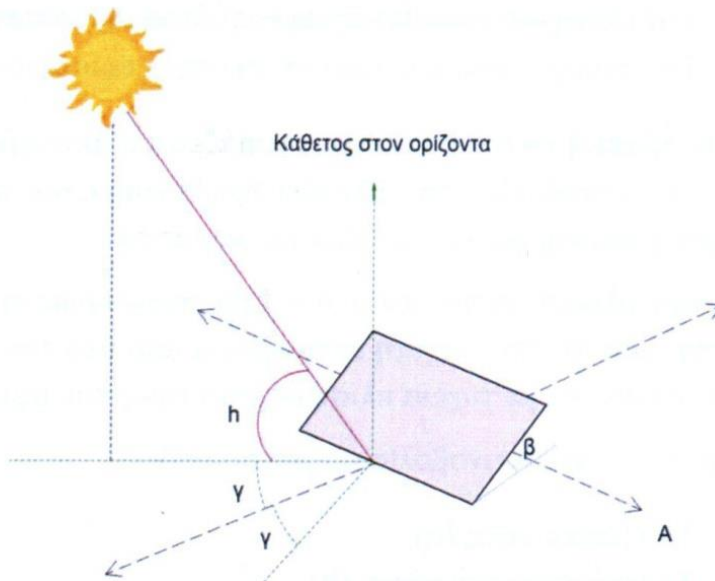
2.2.1 Γεωμετρικές παράμετροι προσδιορισμού της ηλιακής ακτινοβολίας

Όσον αφορά την ακτινοβολία έχουμε την :

- **Άμεση Ακτινοβολία (Beam Radiation)** Είναι η ηλιακή ακτινοβολία που έρχεται από τον ήλιο χωρίς να σκεδάζεται από την ατμόσφαιρα.
- **Διάχυτη Ακτινοβολία (Diffuse Radiation)** Είναι η ηλιακή ακτινοβολία που έρχεται από τον ήλιο αφού η κατεύθυνσή της αλλάξει λόγω σκέδασης από την ατμόσφαιρα.
- **Ολική Ηλιακή ακτινοβολία (Total Solar Radiation)** Είναι το άθροισμα της άμεσης και της διάχυτης ακτινοβολίας πάνω σε μια επιφάνεια. (Οι συνηθέστερες μετεωρολογικές μετρήσεις είναι αυτές της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο, συχνά αναφερόμενη και ως παγκόσμια ακτινοβολία -global radiation πάνω στην επιφάνεια)

Οι γεωμετρικές παράμετροι που προσδιορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται ως παρατηρητής η κεκλιμένη επιφάνεια είναι οι ακόλουθες:

- **Το ηλιακό ύψος (h):** αποτυπώνεται ως η γωνία μεταξύ του ήλιου και του οριζόντιου επιπέδου.
- **Το ηλιακό αζιμούθιο (γ):** προσδιορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται από τον τοπικό μεσημβρινό (Νότος) και της προβολής της καθέτου ευθείας μια επιφάνειας πάνω στον ορίζοντα.
- **Η γωνία κλίσης (β) της επιφάνειας αναφοράς:** προσδιορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της επιφάνειας και του ορίζοντα.



Εικόνα 10 : Οι γεωμετρικές παράμετροι που προσδιορίζουν την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας

Ως αφετηρία μέτρησης ορίζεται ο Νότος. Ο προσδιορισμός του ήλιου βασίζεται στη συσχέτιση των γεωμετρικών δεδομένων του υπαίθριου χώρου με τα γεωμετρικά δεδομένα της εκάστοτε περιοχής. Η θέση του ήλιου αλλάζει από εποχή σε εποχή, από μήνα σε μήνα.



Εικόνα 11 : Ηλιακό αζιμούθιο και ύψος

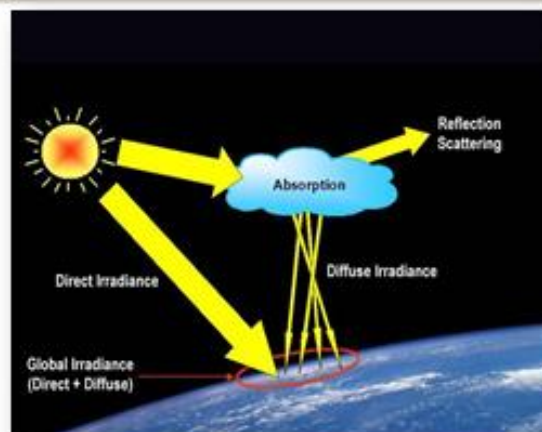
2.2.2 Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας – κατανομή της στο χώρο

Η ενέργεια που εκπέμπεται από τον ήλιο ονομάζεται **ηλιακή ενέργεια** και αποτελεί συνεχή πηγή ενέργειας για τον πλανήτη μας. Η ενέργεια του ήλιου είναι αποτέλεσμα θερμοπυρηνικής σύντηξης όπου H_2 μετατρέπεται σε He . Αποτελείται κυρίως από υδρογόνο (78%) και ήλιο (20%).

- **Άμεση Ακτινοβολία (Beam Radiation)** Είναι η ηλιακή ακτινοβολία που έρχεται από τον ήλιο χωρίς να σκεδάζεται από την ατμόσφαιρα.
- **Διάχυτη Ακτινοβολία (Diffuse Radiation)** Είναι η ηλιακή ακτινοβολία που έρχεται από τον ήλιο αφού η κατεύθυνσή της αλλάξει λόγω σκέδασης από την ατμόσφαιρα.
- **Ολική Ηλιακή ακτινοβολία (Total Solar Radiation)** Είναι το άθροισμα της άμεσης και της διάχυτης ακτινοβολίας πάνω σε μια επιφάνεια. (Οι συνηθέστερες μετεωρολογικές μετρήσεις είναι αυτές της ολικής ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο, συχνά αναφερόμενη και ως παγκόσμια ακτινοβολία -global radiation πάνω στην επιφάνεια)
- **Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας (Irradiance), W/m^2** Είναι ο ρυθμός με τον οποίο η ακτινοβολούμενη ενέργεια προσπίπτει πάνω σε μια επιφάνεια, ανά μονάδα επιφάνειας. Το σύμβολο **G** χρησιμοποιείται για την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, με τους δείκτες για την άμεση, τη διάχυτη ή τη φασματική ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια της γης είναι μειωμένη κατά >50%.

Η ολική ηλιακή ακτινοβολία είναι το σύνολο της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει σε ένα τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας μια τυχαία στιγμή. Η ολική ηλιακή ακτινοβολία μετράται ξεχωριστά για οριζόντιο, κεκλιμένο και κατακόρυφο επίπεδο.

Ηλιακή Ακτινοβολία: άμεση και διάχυτη ακτινοβολία



N. Ανδριτσός «Ηλιακή Ενέργεια»

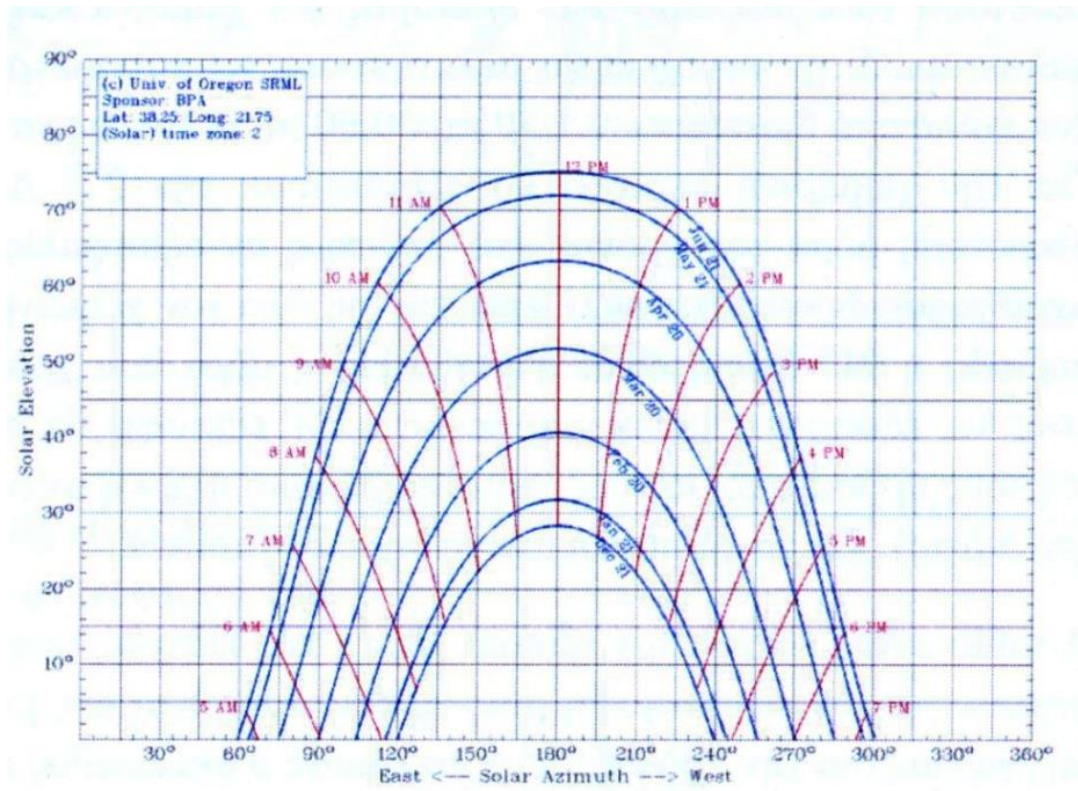
17/100

Εικόνα 12: Άμεση και διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία

2.2.3 Ηλιακοί χάρτες

Ο ήλιος είναι η βασικότερη πηγή ενέργειας του πλανήτη μας. Η ενέργεια του ήλιου φτάνει στη γη με την μορφή ακτινοβολίας και η ποσότητα που φτάνει τελικά στην επιφάνεια της γης επηρεάζεται από παράγοντες όπως τα σύννεφα, τα σωματίδια σκόνης στον αέρα, η αντανακλαστικότητα του εδάφους, το υψόμετρο της περιοχής, το γεωγραφικό πλάτος και η ώρα της ημέρας. Μονάδα μέτρησης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας είναι το βατ/ τ.μ. (W/m^2) ή η κιλοβατώρα/ τ.μ/ ημέρα ($kWh/m^2/day$).

Ηλιακοί χάρτες ονομάζονται τα διαγράμματα μέσω των οποίων είναι δυνατός ο προσδιορισμός της θέσης, του αζιμουθίου και του ύψους του ήλιου για κάθε ώρα της ημέρας και για κάθε μήνα ενός έτους σε συγκεκριμένα γεωγραφικά πλάτη. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των διαγραμμάτων μπορούμε να υπολογίσουμε την ετήσια εν δυνάμει παραγόμενη ηλιακή ενέργεια κάθε περιοχής και να κατασκευάσουμε έναν ηλιακό χάρτη.



Εικόνα 13: Ηλιακός χάρτης Πάτρας

2.3 Ανάλυση συστήματος ψύξης – θέρμανσης επιφανειών

2.3.1 Γενικά

Το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται σε συνεχή ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Η θερμότητα είναι ενέργεια. Ο όρος **θερμότητα** χρησιμοποιείται για να περιγράψουμε διεργασίες ή δυναμικά για ανταλλαγή ενέργειας. Η μεταφορά θερμότητας (heat transfer) ασχολείται με τη μελέτη των μηχανισμών μέσω των οποίων σώματα ανταλλάσσουν ενέργεια. Η μεταφορά θερμότητας διαφέρει από τη θερμοδυναμική. Η μεταφορά θερμότητας μελετά συστήματα τα οποία δε βρίσκονται σε κατάσταση ισορροπίας ενώ η θερμοδυναμική ασχολείται με συστήματα σε κατάσταση ισορροπίας.

Η θερμότητα λοιπόν μεταφέρεται με :

A) Αγωγή (conduction): είναι η ανταλλαγή ενέργειας μέσω ενός στερεού σώματος ή διαμέσου σωμάτων τα οποία βρίσκονται σε επαφή από το σημείο επαφής. Η μεταφορά θερμότητας λόγω αγωγής περιγράφεται από το **νόμο του Fourier** δηλαδή με τη σχέση $q'' = -k \nabla T$. Η θερμική αγωγιμότητα εξαρτάται από το υλικό και αλλάζει με τη θερμοκρασία. Στα ρευστά η αγωγή οφείλεται στην άτακτη κίνηση των σωματιδίων των ρευστών. Σωματίδια τα οποία περνούν το σύνορο μεταξύ δύο ρευστών μεταφέρουν ενέργεια ανάλογη με τη θερμοκρασία του υγρού οπότε έχουμε αγωγή ενέργειας από το ένα υγρό στο άλλο.

Τα στερεά έχουν δύο μηχανισμούς μεταφοράς θερμότητας. **1) Τη μετανάστευση ελεύθερων ηλεκτρονίων** κατά την οποία η ροή ηλεκτρονίων είναι παρόμοια με την αγωγή λόγω άτακτης κίνησης σωματιδίων στα αέρια. Ο αριθμός ελεύθερων ηλεκτρονίων είναι ανάλογος με την ηλεκτρική αγωγιμότητα του υλικού οπότε όσο πιο καλός αγωγός είναι ένα υλικό τόσο καλύτερο είναι ως αγωγός θερμότητας. **2) Ταλαντώσεις του κρυσταλλικού πλέγματος** Οι ταλαντώσεις πλεγμάτων σχετίζονται με τις δονήσεις των ατόμων και των μορίων της δομής των στερεών. Με απλά λόγια αν δονηθεί η μία πλευρά ενός κρυστάλλου η άλλη μεριά θα αντιδράσει ανάλογα.

B) Συναγωγή (convection) : μεταφορά ενέργειας μέσω της κίνησης ενός ρευστού μέσω της επαφής του ρευστού και άλλων σωμάτων με τα οποία έρχεται σε επαφή. Η βασική εξίσωση που περιγράφει τη μεταφορά θερμότητας μέσω συναγωγής είναι ο **νόμος ψύξης του Νεύτωνα** $q'' = h(T_s - T_\infty)$. Για να περιγράψουμε τη συναγωγή μπορούμε να

θεωρήσουμε ότι έχουμε ψυχρό αέρα σε επαφή με μία επίπεδη επιφάνεια. Αν ο αέρας δεν κινείται τότε έχουμε αγωγή, αν όμως ο αέρας κινείται τότε έχουμε σημαντική αύξηση του ρυθμού μεταφοράς θερμότητας. Στην περίπτωση του κινούμενου αέρα έχουμε δύο μηχανισμούς :

- Κοντά στην επιφάνεια έχουμε χαμηλή ταχύτητα λόγω κολλοειδών χαρακτηριστικών του ρευστού οπότε κυριαρχεί η μεταφορά θερμότητας λόγω αγωγής.
- Μακριά από την επιφάνεια η κίνηση του ρευστού κυριαρχεί στη μεταφορά θερμότητας.

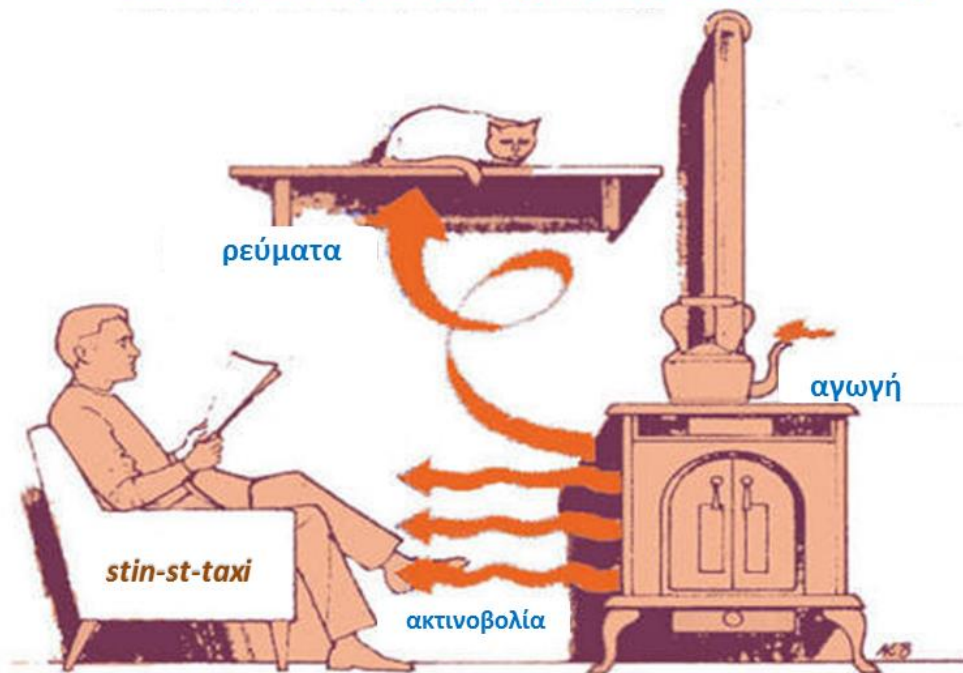
Έχουμε **πέντε** μορφές συναγωγής :

- **Εξαναγκασμένη συναγωγή** μία εξωτερική πηγή που ευθύνεται για την κίνηση του υγρού κατά μήκος της επιφάνειας
- **Φυσική ή ελεύθερη συναγωγή** η οποία οφείλεται στις ανυψωτικές δυνάμεις που επάγονται στις διαφορές πυκνότητας του ρευστού λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας στο ρευστό,
- **Μικτή συναγωγή** είναι η παρουσία φυσικής και εξαναγκασμένης συναγωγής,
- **Βρασμός και συμπύκνωση** Σε αυτές τις δύο περιπτώσεις έχουμε αλλαγή φάση του ρευστού και αυξημένη μεταφορά θερμότητας.

Γ) Ακτινοβολία (radiation) : είναι η ανταλλαγή ενέργεια μέσω ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και απορρόφησης. Όλα τα σώματα με θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν εκπέμπουν θερμική ενέργεια υπό μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η μεταφορά θερμότητας λόγω ακτινοβολίας μπορεί επίσης να περιλαμβάνει απορρόφηση ακτινοβολίας από τον περιβάλλοντα χώρο ακτινοβολία G καθώς και συναγωγή. Από τη συνολική ακτινοβολία που προσπίπτει σε ένα σώμα, ένα ποσοστό της απορροφάται και ένα ποσοστό της ανακλάται.

Ο μέγιστος ρυθμός ακτινοβολίας που μπορεί να εκπέμπει μία ιδανική επιφάνεια (μαύρο σώμα) δίνεται από το **νόμο Stefan-Boltzmann** : $E = \epsilon \mathbf{E_b}$ Η μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία (από και προς ένα σώμα που περιβάλλεται από αέριο) είναι παράλληλη προς την αγωγή ή συναγωγή

Οι 3 τρόποι μεταφοράς της θερμότητας



Εικόνα 14: Τρόποι μεταφοράς θερμότητας

2.3.2 Ιδιότητες υλικών που επηρεάζουν την μεταφορά θερμότητας

Όπως ειπώθηκε παραπάνω, από τη συνολική ακτινοβολία που προσπίπτει σε ένα σώμα, ένα ποσοστό της απορροφάται και ένα ποσοστό της ανακλάται. Οι ιδιότητες αυτές είναι:

- **ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ a (absorptivity):** Είναι η ιδιότητα επιφάνειας σώματος που ορίζει το κλάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που απορροφάται από την επιφάνεια. Η απορροφητικότητα ή ικανότητα απορρόφησης ή συντελεστής απορρόφησης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά (*μήκος κύματος, κατεύθυνση, θερμοκρασία*) της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Η προσπίπτουσα ακτινοβολία δεν εξαρτάται από την θερμοκρασία της επιφάνειας στην οποία προσπίπτει αλλά από την *θερμοκρασία T_i* του σώματος που την εκπέμπει (εκτός αν ποσοστό ακτινοβολίας που εκπέμπεται από την επιφάνεια στη συνέχεια ανακλάται και επιστρέφει στην επιφάνεια). Επίσης, η ικανότητα απορρόφησης μιας επιφάνειας εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας που απορροφά την ακτινοβολία.

- **Ανακλαστικότητα r (reflectivity):** Είναι η ιδιότητα επιφάνειας σώματος που ορίζει το κλάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που αντανακλάται από την επιφάνεια. Η ανακλαστικότητα εξαρτάται από το μήκος κύματος, τη στερεά γωνία πρόσπτωσης της ακτινοβολίας αλλά και από τη στερεά γωνία ανάκλασης: $\rho = \rho(\lambda, \theta, \phi, \theta_r, \phi_r)$
- **Περατότητα t (transmissivity):** Είναι η ιδιότητα επιφάνειας σώματος που ορίζει το κλάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας που μεταφέρεται δια μέσου του σώματος. Σε αδιαφανή σώματα ένα κλάσμα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας ανακλάται, ενώ το υπόλοιπο εισέρχεται και απορροφάται σε πολύ μικρή απόσταση από την επιφάνεια. Τότε η ακτινοβολία θεωρείται και μελετάται ως επιφανειακό φαινόμενο. Σε διαφανή σώματα επιπλέον των ποσοστών ακτινοβολίας που ανακλάται και απορροφάται υπάρχει και ένα τρίτο τμήμα το οποίο μεταφέρεται διαμέσου του μη αδιαφανούς μέσου. Οι παραπάνω παράμετροι ικανοποιούν την σχέση $\alpha + \rho + \tau = 1$
- **Συντελεστής Εκπομπής Θερμικής Ακτινοβολίας (ϵ):** Είναι η αναλογία εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ενός σώματος προς την θερμική ακτινοβολία μελανού σώματος. (0-1)
- **Πορώδες** είναι η ιδιότητα των υλικών σωμάτων να έχουν μεταξύ των υλικών μεριδίων τους πόρους – κενά διαστήματα, είτε ανοιχτούς είτε κλειστούς και ορίζεται από το κλάσμα του όγκου των κενών δια τον φαινομενικό όγκο που καταλαμβάνει. Ως πορώδη υλικά μπορούν να χαρακτηριστούν όλα τα υλικά η πέτρα, το σκυρόδεμα κ.α.
- **Συντελεστής Θερμοπερατότητας** Είναι η ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου που περνά μέσα από 1m^2 στοιχείου κατασκευής με πάχος d (m) όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι ίση με 1OK . ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$).
- **Ειδική Θερμότητα (C_p)** : Είναι η ποσότητα θερμότητας ενός σώματος που απαιτείται για να ανυψωθεί η θερμοκρασία της μονάδας μάζας του σώματος αυτού κατά 1OK . ($\text{J}/\text{Kg OK}$).
- **Πυκνότητα(d):** το φυσικό μέγεθος πυκνότητα αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της ύλης και συμβολίζεται με το γράμμα d (density). Η πυκνότητα ενός σώματος ορίζεται ως το πηλίκο της μάζας του ανά μονάδα όγκου δηλαδή ($d = m/v$ πυκνότητα = μάζα/όγκος). **Η πυκνότητα χαρακτηρίζει το πόσο πυκνή είναι**

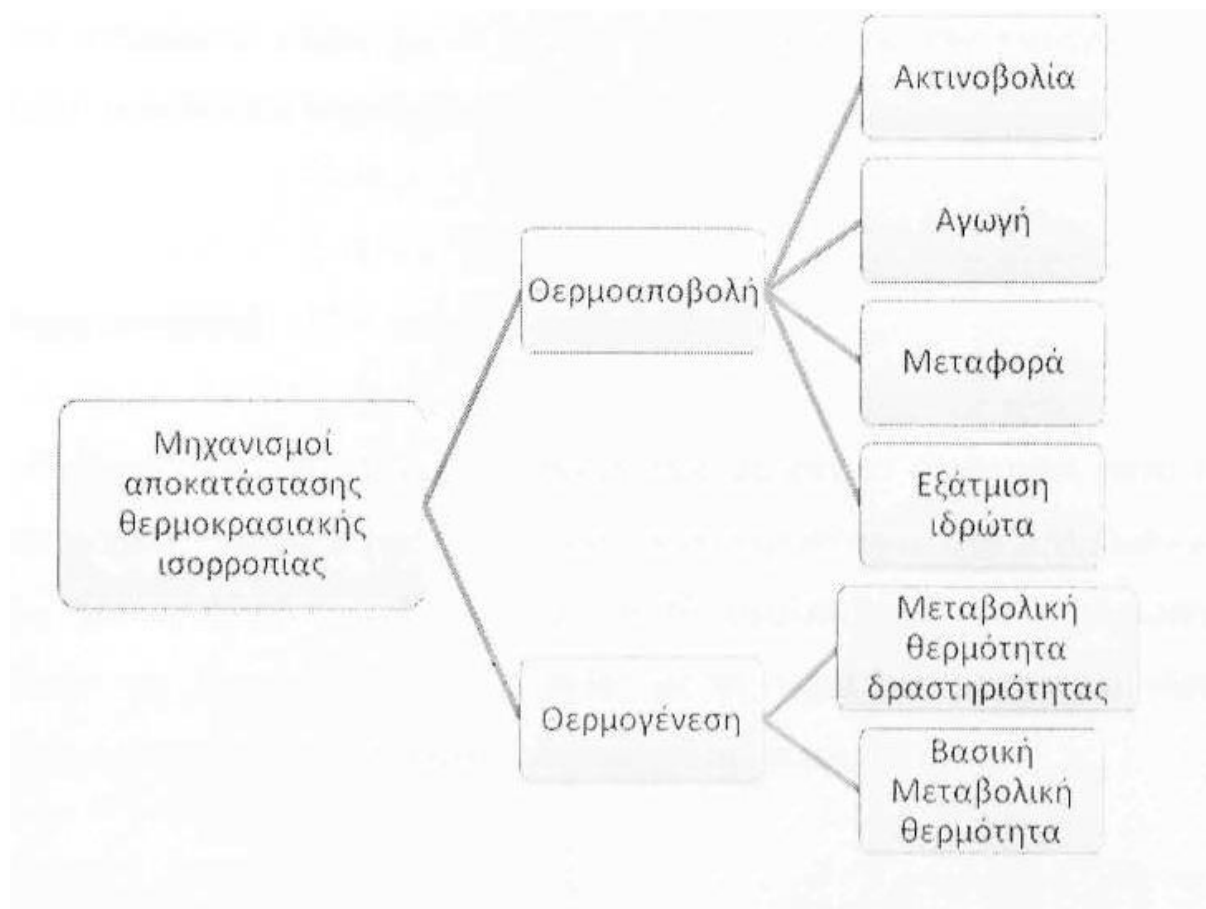
η ύλη ενός σώματος ή ενός υλικού. Μονάδα μέτρησης της πυκνότητας είναι το 1 kg/m^3 .

- Θερμική διαχυτότητα είναι το μέτρο του πόσο γρήγορα διαχέεται η θερμότητα διαμέσου ενός υλικού δηλαδή ($a=k/\rho C_p$) όπου k η Αγόμενη θερμότητα και C_p η Αποθηκευμένη θερμότητα.
- **Θερμοχωρητικότητα (C)**: Είναι η ποσότητα θερμότητας που αποθηκεύει ένα στοιχείο κατασκευής ενός χώρου που θερμαίνεται (ή κλιματίζεται) όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών του είναι πάντα ίση με 10K . ($\text{KJ}/ 0\text{K}$).
- **Ειδική θερμοχωρητικότητα (C σε J/KgK ή $\text{J}/\text{Kg}^\circ\text{C}$)** είναι η θερμοχωρητικότητα ανοιγμένη στην μονάδα μάζας.

2.4 Παράγοντες θερμικής ισορροπίας σε αστικό χώρο

Ο άνθρωπος ως ομοιόθερμος οργανισμός, διατηρεί σταθερή τη θερμοκρασία του σώματος (ακόμα και όταν οι κλιματολογικές συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος δεν το ευνοούν) και ιδιαίτερα εκείνη του λεγόμενου εσωτερικού πυρήνα , δηλαδή οργάνων όπως ο εγκέφαλος, η καρδιά και τα σπλάχνα , που δεν επιδέχονται θερμικές μεταβολές για τη φυσιολογική λειτουργία τους. Σε φυσιολογικές συνθήκες η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος ορίζεται στους $36,6 \text{ }^\circ\text{C}$, με διακυμάνσεις που κυμαίνονται μεταξύ των $36, 1 \text{ }^\circ\text{C}$ και των $37,3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Το ζητούμενο λειτουργίας του μηχανισμού ανταλλαγής της θερμότητας του περιβάλλοντος με το ανθρώπινο σώμα είναι κάθε φορά η θερμοκρασιακή ισορροπία του σώματος. Οι υπεύθυνοι μηχανισμοί για την αποκατάσταση της συγκεκριμένης ισορροπίας καταγράφονται στο ακόλουθο διάγραμμα . Μπορεί λοιπόν να παρατηρηθεί από το παραπάνω διάγραμμα πως υφίστανται δύο κύριοι μηχανισμοί, αυτοί της θερμογένεσης και της θερμοαποβολής



Εικόνα 15: Κατηγοριοποίηση μηχανισμών αποκατάστασης θερμοκρασιακής ισορροπίας.

2.4.1 Θερμοαποβολή

Η εξασφάλιση της θερμικής ισορροπίας μπορεί να επιτευχθεί μόνο όταν τα προαναφερόμενα ποσά θερμότητας που συγκεντρώνονται στο ανθρώπινο σώμα μπορούν να αποβληθούν. Το «ρόλο» αυτό αναλαμβάνει να διαδραματίσει ο μηχανισμός της θερμοαποβολής, ο οποίος με τη σειρά του μπορεί να υλοποιηθεί μέσω άλλων μηχανισμών - διαδικασιών όπως είναι οι ακόλουθοι:

2.4.2 Ακτινοβολία

Γίνεται ανταλλαγή θερμικής ενέργειας ανάμεσα στην εξωτερική επιφάνεια του σώματος (δέρμα, ρούχα) και τις διάφορες επιφάνειες ή σώματα που το περιβάλλουν (τοίχους, εργαλεία , μηχανές κ.λπ.). Η φορά της ανταλλαγής είναι αμφίδρομη , δηλαδή ποσά θερμότητας ακτινοβολούνται από την εξωτερική επιφάνεια προς το περιβάλλον αλλά και από το περιβάλλον προς τα διάφορα σημεία που είναι εκτεθειμένα σε αυτό .

2.4.3 Αγωγή

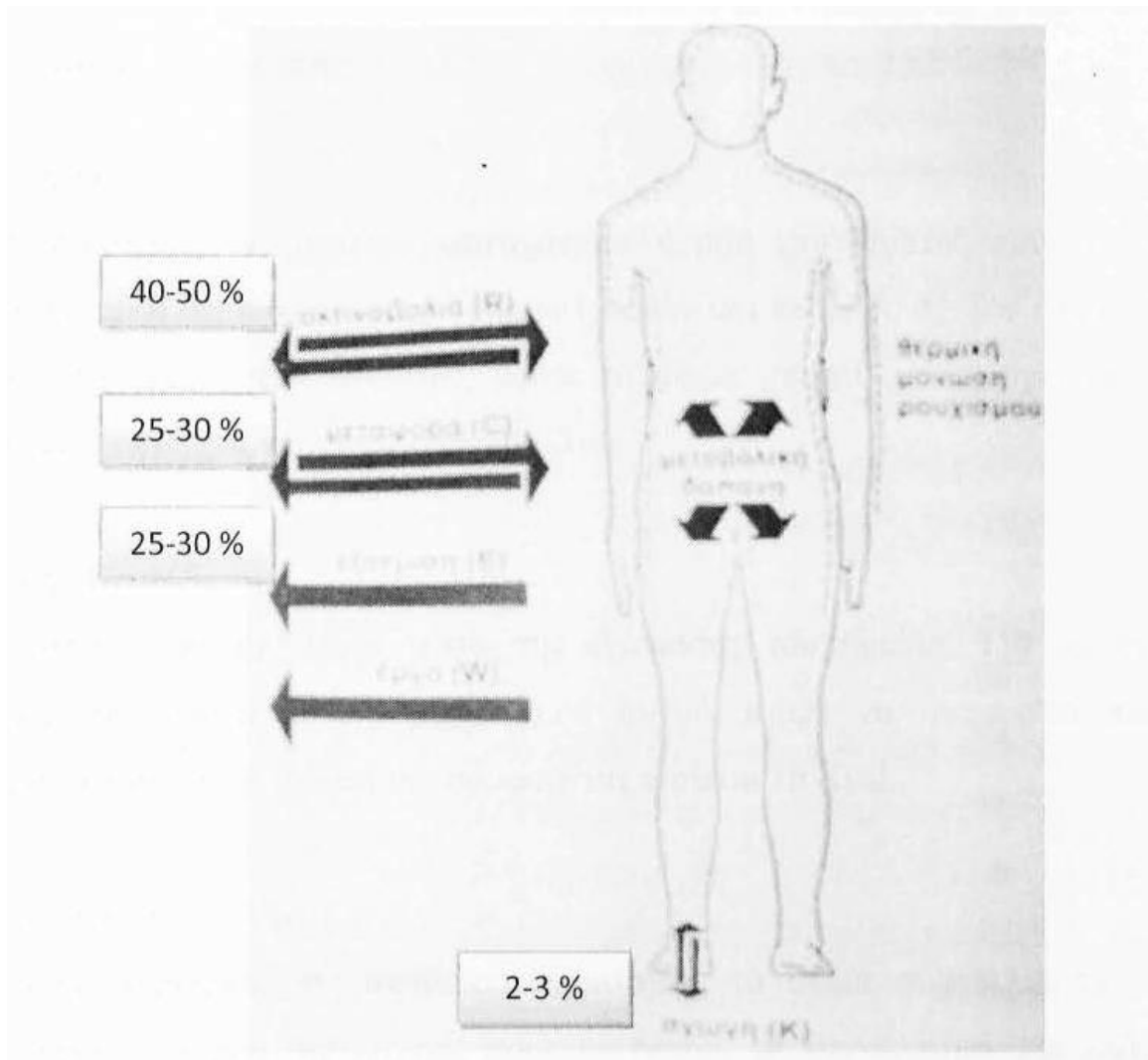
Αναγκαία προϋπόθεση για την εν ενεργοποίηση του συγκεκριμένου μηχανισμού είναι η ύπαρξη επαφής ανάμεσα στην εξωτερική επιφάνεια του ανθρώπου (είτε πρόκειται για ένδυμα είτε πρόκειται για γυμνό δέρμα) και στην επιφάνεια ενός υλικού , με αποτέλεσμα τη μεταφορά Θερμότητας από τη μια επιφάνεια στην άλλη, ακριβώς διαμέσου της επιφάνειας επαφής τους .

2.4.4 Μεταφορά

Το μέσο δια του οποίου υλοποιείται ο συγκεκριμένος μηχανισμός είναι ο αέρας, που μεταφέροντας θερμική ενέργεια , αποτελεί ουσιαστικά μια «ενδιάμεση επιφάνεια » λειτουργώντας με το συνδυασμό των δύο παραπάνω διαδικασιών. Βέβαια, εξαιτίας της κινητικότητας και της δυναμικής μεταβολής του, η μεταφερόμενη κάθε φορά θερμική ενέργεια εξαρτάται από την ταχύτητα του αέρα, τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του αέρα και από την ένδυση .

2.4.5 Εξάτμιση του ιδρώτα

Πρόκειται για το μόνο μηχανισμό Θερμοαποβολής ο οποίος πραγματοποιείται μονόδρομα, από το ανθρώπινο σώμα προς το περιβάλλον . Ένας υγιής οργανισμός παράγει μέχρι και ένα λίτρο ιδρώτα την ώρα, που αντιστοιχεί στην αποβολή περίπου 675W Θερμικής ενέργειας, γεγονός που καθιστά εύκολα αντιληπτή τη μεγάλη σημασία του συγκεκριμένου μηχανισμού για την αποκατάσταση της Θερμοκρασιακής ισορροπίας.



Εικόνα 16: Μηχανισμοί ανταλλαγής θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον

2.4.6 Θερμογένεση

Η θερμογένεση χρησιμοποιεί για την παραγωγή θερμότητας διάφορους βιοχημικούς μηχανισμούς και αντιδράσεις που συντελούνται σε επίπεδο ήπατος, ενδοκρινολογικού και μυϊκού συστήματος. Όλη η δραστηριότητα των κυττάρων ενός ζωντανού οργανισμού συνίσταται στη συνεχή διακίνηση της ύλης, δηλαδή στην παραγωγή έργου. Για την παραγωγή αυτού του έργου, το ποσό της ενέργειας που καταναλώνεται προέρχεται από τις διαδικασίες καταβολισμού των τροφών.

Η διεργασία αυτή συνεπάγεται τη δημιουργία της μεταβολικής ενέργειας, η οποία έχει διπλή σημασία, αφού αφενός χρησιμεύει για τη διατήρηση στη ζωή και αφετέρου καταναλώνεται σε περιπτώσεις μυϊκής καταπόνησης και μηχανικών κινήσεων. Ειδικότερα, κατά το χρονικό διάστημα της ανάπαυσης του ανθρώπινου σώματος, ολόκληρη η δαπάνη ενέργειας (εφόσον βέβαια πρόκειται για ένα περιβάλλον σε θερμικά ουδέτερη κατάσταση) μετατρέπεται σε θερμότητα, η οποία αποτελεί τη βασική μεταβολική θερμότητα. Θερμότητα όμως παράγεται και κατά την εκτέλεση μιας σωματικής εργασίας (με τη μεταβολική ενέργεια να επιστρέφει κατά 80% στο ανθρώπινο σώμα με τη μορφή θερμότητας), με την κατηγορία αυτή να ονομάζεται μεταβολική θερμότητα δραστηριότητας.

2.5 Ο φυσικός δροσισμός

2.5.1 Ορισμός

Ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια το καλοκαίρι, σε μια εποχή όπου η αύξηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών μονάδων και συστημάτων είναι ραγδαία και επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα καθώς τα κλιματιστικά συστήματα καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας, αυξάνουν σημαντικά το ηλεκτρικό φορτίο αιχμής της χώρας, αλλά και θερμαίνουν με τη λειτουργία τους το εξωτερικό περιβάλλον.



Εικόνα 17: Φυσικός δροσισμός εσωτερικών χώρων

Τεχνικές φυσικού και υβριδικού δροσισμού μπορούν να εφαρμοστούν τόσο σε κατοικίες, όσο και σε άλλα κτίρια. Για ορισμένες κατηγορίες κτηρίων (π.χ. κατοικίες και σχολεία) η εφαρμογή τους συνεπάγεται την κατάργηση της ανάγκης εγκατάστασης συστήματος κλιματισμού, για άλλες δε κατηγορίες τη σημαντική μείωση των ψυκτικών τους φορτίων και το χρόνο λειτουργίας των συστημάτων αυτών.

Βασικές βιοκλιματικές τεχνικές και συστήματα φυσικού και υβριδικού δροσισμού είναι η ηλιοπροστασία/σκιασμός του κτιρίου και ο κατάλληλος φυσικός (ή υβριδικός, με χρήση ανεμιστήρα) αερισμός. Με το φυσικό δροσισμό, εκτός της εξοικονομούμενης ενέργειας, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες άνεσης μέσα στους χώρους, ακόμα και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες.

2.5.2 Μελέτη του ανέμου στους αστικούς χώρους

Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζει τις συνθήκες άνεσης των πεζών σε ανοιχτούς χώρους είναι ο **άνεμος**. Αιτία των ανέμων είναι οι διαφορές πίεσης από ένα σημείο της ατμόσφαιρας σε ένα άλλο. Η συμμετοχή του ανέμου στο κλιματικό σύνολο είναι σημαντική, αφού ακόμα και αν η ένταση του φαινομένου δεν είναι υψηλή για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα του έτους, όταν συμβαίνει αυτό, το κλίμα μεταβάλλεται κατά πολύ. Ειδικότερα, το ζήτημα του ανέμου υπό το πρίσμα της Θερμικής άνεσης, είναι καθοριστικό γιατί μέσω της εξαναγκασμένης μεταφοράς Θερμικής ενέργειας που περικλείεται σε μια αέρια μάζα, μπορεί να επηρεάσει τη Θερμική αίσθηση του ανθρώπου. Εφόσον πρόκειται για διαμονή εντός κτιρίου, έχει σημασία η θέση του κτιρίου ως προς τα επερχόμενα ρεύματα αέρα, τα οποία μπορούν όχι μόνο να ενοχλήσουν αλλά αντίθετα να είναι ιδιαίτερα ευεργετικά σχετικά με την κίνηση του αέρα και το φυσικό αερισμό του κτιρίου. Αποτελεί άλλωστε μια βασική παράμετρο σχεδιασμού της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Βασικοί παράγοντες που περιγράφουν τη δομή του αστικού χώρου είναι οι παρακάτω:

A) το μέγεθος του χώρου: σε μεγάλους χώρους η ροή του ανέμου αναμένεται να είναι πιο μεγάλη και πιο στροβιλώδης.

B) το ύψος των περιμετρικών κτιρίων: όσο ψηλότερα είναι τα κτίρια που περιβάλλουν το χώρο σε σχέση με τα γειτονικά, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του ανέμου και ο στροβιλισμός μέσα στο χώρο.

Γ) Το πλάτος και η θέση των ‘ανοιγμάτων’ του χώρου: τα ανοίγματα στις γωνίες του χώρου προκαλούν μεγαλύτερο στροβιλισμό απ’ όσο τα ανοίγματα στο μέσον του χώρου. Ο βασικός άξονας του χώρου ενδείκνυται να είναι κάθετος στην κυρίαρχη κατεύθυνση του χώρου.

Δ) Η μέλλουσα χρήση του χώρου: τα κριτήρια άνεσης και οι ανάγκες διαφέρουν ανάλογα με το χαρακτήρα και τη διάρκεια χρήσης του χώρου.

2.5.3 Ανεμολογικά στοιχεία - Παράμετροι σχεδιασμού-Έλεγχος της ανεμορροής

Ο σχεδιασμός για τον έλεγχο του ανέμου σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι Πολύπλοκος , εφόσον εφαρμόζονται διαφορετικές στρατηγικές για τη χειραγώγηση των ψυχρών ανέμων ή για τη διευκόλυνση της θερινής αύρας. Κατάλληλη διάταξη της βλάστησης :

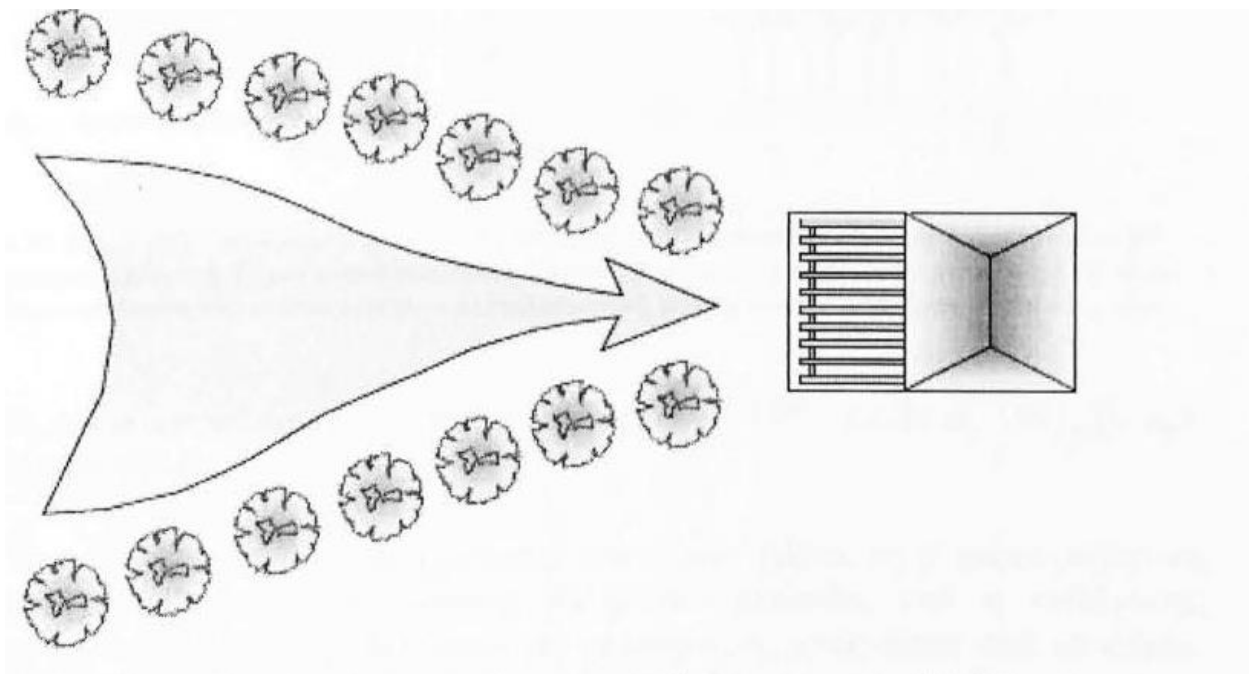
- τροποποιεί την πορεία του ανέμου
- αλλάζει τη ροή του ανέμου ,
- ρυθμίζει την ταχύτητα και την ένταση του ανέμου.

Τα φυτά συνεισφέρουν στη μείωση των θερμικών απωλειών των κτηρίων, γιατί μπορούν να εκτρέψουν τον ψυχρό άνεμο ή να μειώσουν την ταχύτητά του. Συνήθως οι θερμικές απώλειες αερισμού που προκαλούνται από τη διαφυγή από τους αρμούς είναι υπεύθυνες για το 1/3 από τις συνολικές θερμικές απώλειες των κτηρίων. Σε ημέρες με έντονο άνεμο και για κτήρια που βρίσκονται στην ύπαιθρο, οι απώλειες αερισμού μπορεί να φτάσουν και το 50% των συνολικών θερμικών απωλειών . Μικρή μείωση στην ταχύτητα του ανέμου που προσπίπτει στο κτίριο, συμβάλλει σε μεγάλη μείωση των θερμικών απωλειών αερισμού, επειδή οι απώλειες αερισμού είναι ευθέως ανάλογες με το τετράγωνο της ταχύτητας του ανέμου.

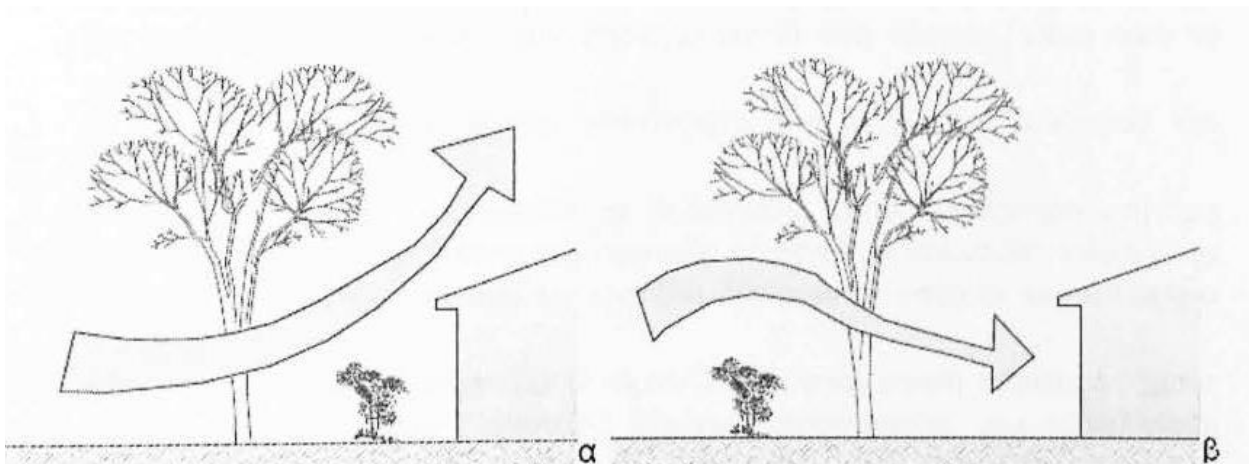
Επίσης, ο ρόλος των φυτών στη μείωση της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι είναι σημαντικός. Βοηθούν στην αλλαγή της κατεύθυνσης του ανέμου και πολλές φορές στην αύξηση της ταχύτητάς του, συμβάλλοντας στο φυσικό δροσισμό και στη θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου.

Συστάδες δέντρων, δημιουργώντας ένα χωνί, κατευθύνουν τον άνεμο στο κτίριο , ή εάν τοποθετηθούν κάθετα στην όψη βοηθούν ώστε να μη διασκορπιστεί ο αέρας, αλλά ένα τμήμα του να φτάσει ως το κτίριο (βλέπε παρακάτω σχήματα). Συνεπώς είναι απαραίτητη η γνώση της κατεύθυνσης και της έντασης των τοπικών ανέμων στη διάρκεια του έτους. Αυτές οι λύσεις δεν επηρεάζουν τον ηλιασμό της νότιας όψης το χειμώνα.

Δέντρα με υψηλό κορμό και κόμη που προτείνονται για το σκιασμό της νότιας όψης, δεν εμποδίζουν αντίστοιχα τον καλοκαιρινό αερισμό.



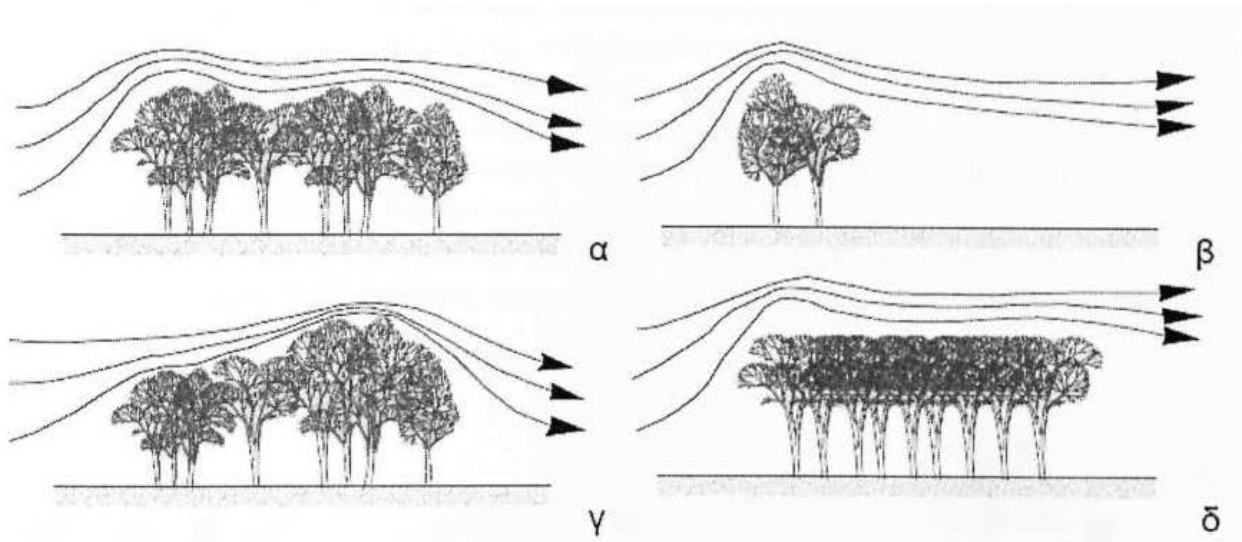
Εικόνα 18: Διοχέτευση θερινών ανέμων στο κτίριο, με τη βοήθεια σχηματισμού φυλλοβόλων δέντρων.



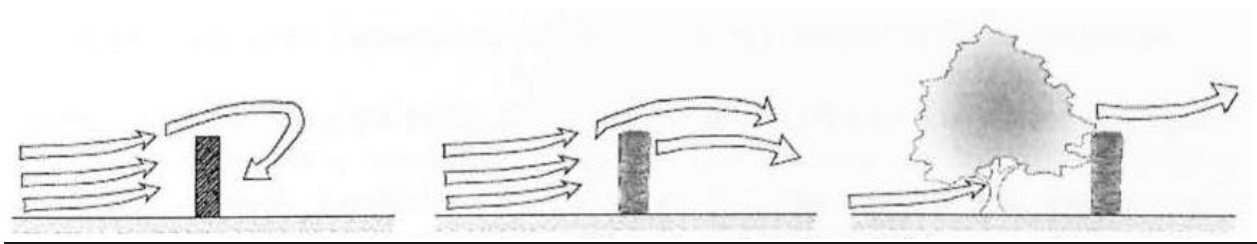
Εικόνα 19: (α) ελαχιστοποίηση της επίδρασης του χειμερινού ανέμου (β) βελτιστοποίηση της επιρροής του καλοκαιρινού αερισμού-δροσισμού.

Η αποτελεσματικότητα της φύτευσης εξαρτάται από το σχήμα, την πυκνότητα, τη δομή, το ύψος και άλλα χαρακτηριστικά των φυτών, καθώς και από την απόσταση της φύτευσης από το κτίριο ή από τον προς χρήση υπαίθριο χώρο (παρακάτω σχήμα). Ως "βέλτιστη πυκνότητα", θεωρείται η αναλογία των φύλλων, κλαδιών, κορμού κλπ να είναι 50-60% στο σύνολο της συστάδας των φυτών. Επίσης ο

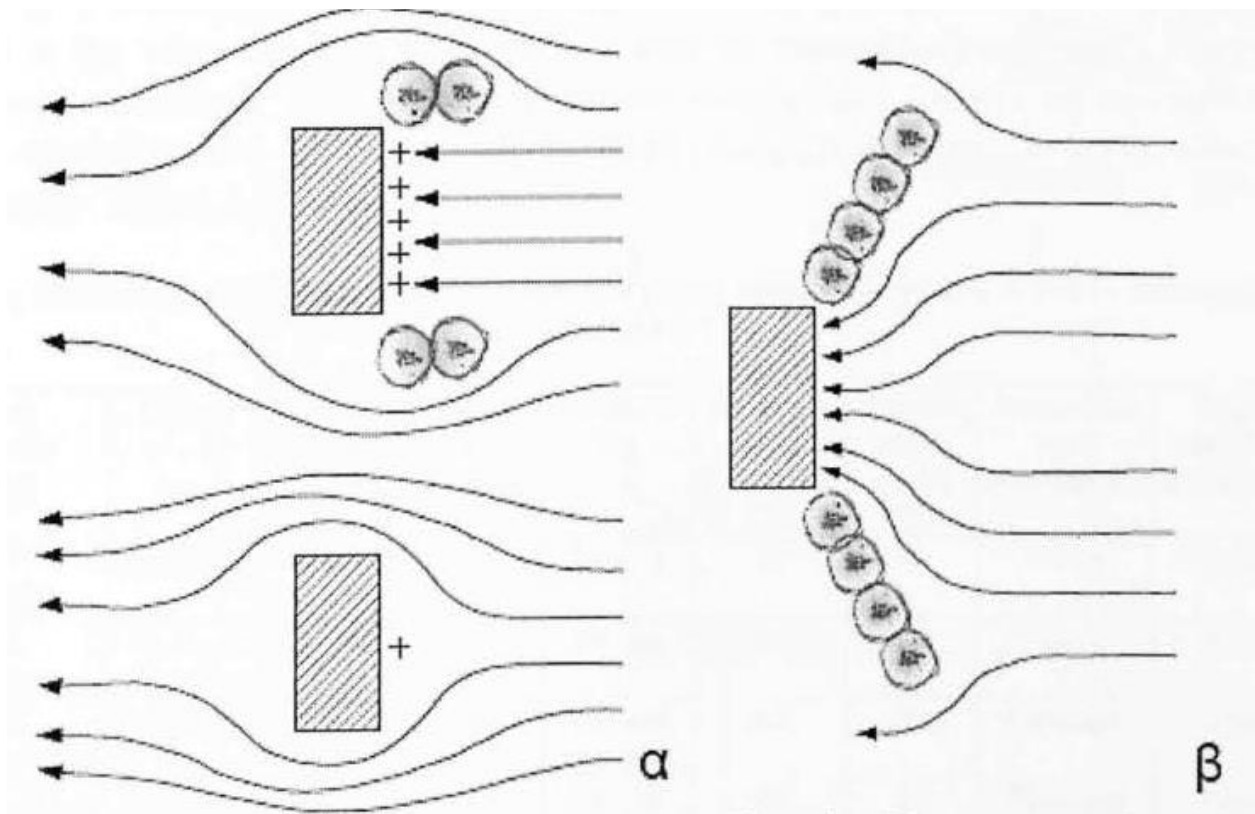
συνδυασμός φυτών ή φυτών και σταθερών στοιχείων διαμόρφωσης των υπαίθριων χώρων επηρεάζει τη μορφή της ανεμορροής. Ένας εμπειρικός κανόνας αναφέρει ότι «τα δέντρα πρέπει να φυτεύονται σε απόσταση από τα κτήρια ίση με το ύψος τους»



Εικόνα 20: Δημιουργία υπήνεμων περιοχών: (α) επιμήκης δασική συστάδα δένδρων δημιουργεί μικρή προστατευόμενη περιοχή (β) μια μικρή συστάδα δένδρων προστατεύει μια μεγαλύτερη περιοχή (γ, δ) μια συστάδα με κεκλιμένη κώμη είναι λιγότερο αποτελεσματική από τη συστάδα δένδρων με επίπεδη κώμη



Εικόνα 21: Οι συμπαγείς φράκτες δημιουργούν στροβιλισμούς, ενώ συνδυασμός δέντρων και θάμνων αυξάνει την ηρεμία



Εικόνα 22:Τα δέντρα α) εκτρέπουν τον αέρα και β)τον διευθύνουν προς το κτίριο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

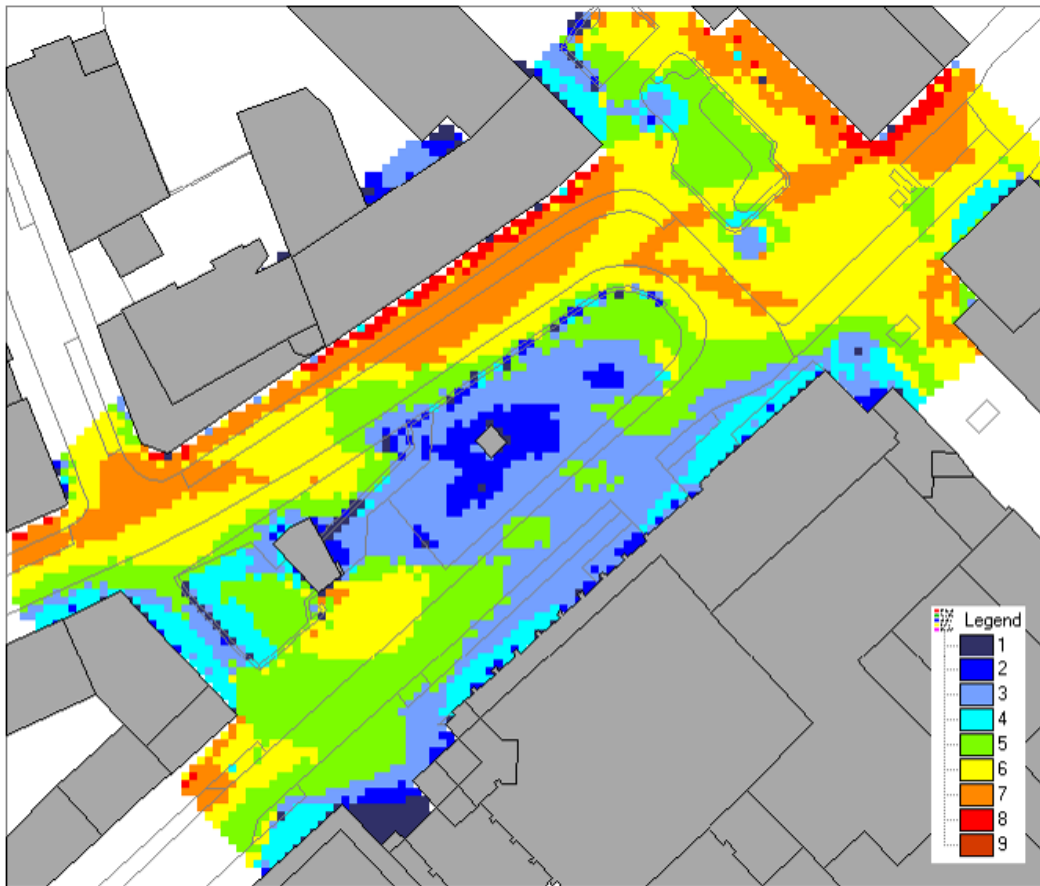
Συνθήκες Άνεσης

Η **άνεση** μπορεί να οριστεί ως η αίσθηση της απόλυτης φυσικής και πνευματικής ευημερίας, και προκύπτει στην κατάσταση ισορροπίας του ανθρώπινου σώματος, όταν αυτό συναλλάσει θερμότητα με το περιβάλλον (**θερμική άνεση**), όταν δεν υπάρχει όχληση στην όραση (**οπτική άνεση**) ή στην ακοή (**ακουστική άνεση**).

Σε επίπεδο σχεδιασμού ενός υπαίθριου χώρου θα μας απασχολήσει η θερμική, η οπτική και η ακουστική άνεση. Η θερμική που είναι και η πιο σημαντική μας ενδιαφέρει γιατί ο άνθρωπος όταν βρίσκεται σε έναν οποιοδήποτε χώρο δεν μπορεί να αισθάνεται ούτε κρύο, ούτε ζέστη, ούτε από ένα ασύμμετρο ακτινοβόλο πεδίο. Η οπτική άνεση είναι εξίσου σε ένα εξωτερικό χώρο (μικρές πλατείες περιτριγυρισμένες από ψηλά κτίρια) γιατί όταν βρίσκεσαι σε ένα υπαίθριο χώρο πρέπει να υπάρχουν οπτικές φυγές και αποφυγή θάμβωσης.

3.1 Θερμική Άνεση

Ο σημαντικότερος παράγοντας που καθορίζει την κλιματική ποιότητα στον αστικό χώρο είναι η θερμική άνεση. Ως θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση στην οποία ο άνθρωπος αισθάνεται ικανοποίηση με το θερμικό του περιβάλλον και δεν επιθυμεί καμία αλλαγή σε αυτό. Η διερεύνηση και η κατανόηση των παραμέτρων που συνιστούν τη θερμική άνεση σε εξωτερικούς χώρους είναι μια βασική απαίτηση για τον μικροκλιματικά προσανατολισμένο σχεδιασμό αστικών περιοχών. Ο βαθμός, η ένταση καθώς και η αποδοτικότητα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων εξαρτώνται από το επίπεδο άνεσης ή δυσφορίας που βιώνουν οι άνθρωποι όταν εκτίθενται σε συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα θερμοκρασιακής κατανομής σε υπαίθριο αστικό χώρο.



Εικόνα 23 Παράδειγμα χωρικής κατανομής της επιφανειακής θερμοκρασίας σε υπαίθριο αστικό χώρο (τα **κόκκινα** χρώματα αντιπροσωπεύουν υψηλές τιμές, ενώ τα **μπλε** χαμηλές)

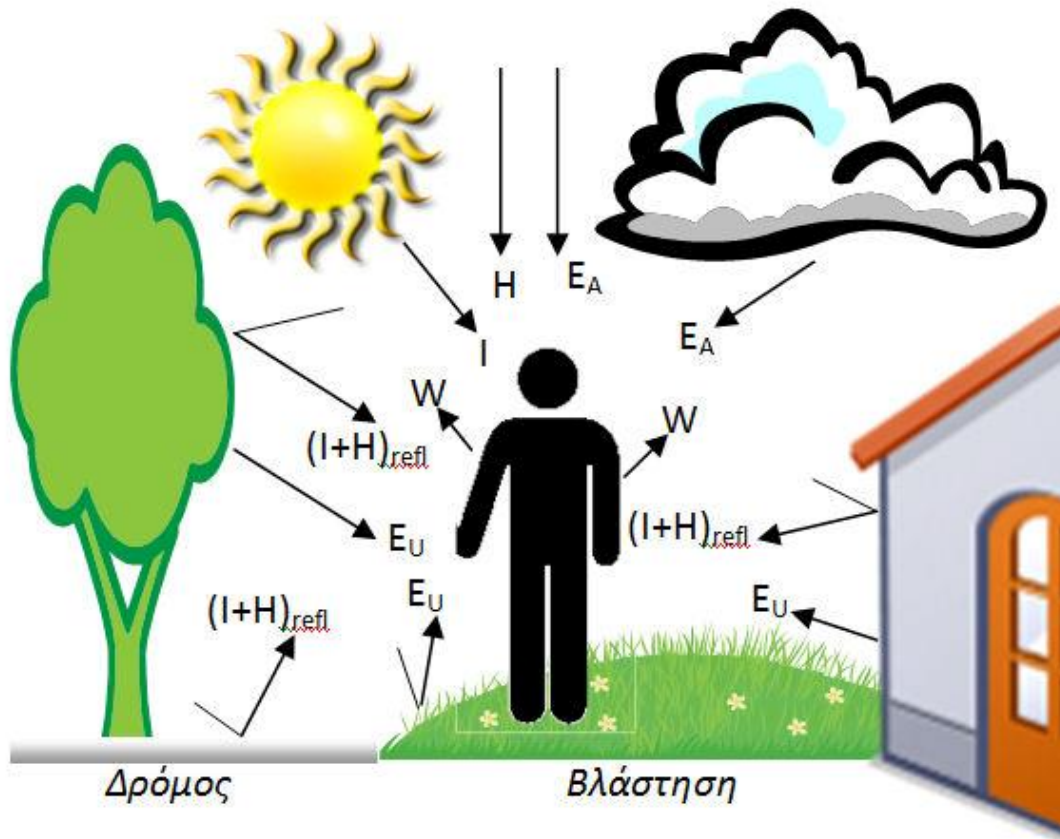
Η θερμική άνεση είναι μια σύνθετη έννοια, καθώς επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Το θερμικό περιβάλλον χαρακτηρίζεται από τις παρακάτω φυσικές παραμέτρους, οι οποίες καθορίζουν τον βαθμό της αίσθησης θερμικής άνεσης: α) θερμοκρασία αέρα, β) ταχύτητα του ανέμου, γ) σχετική υγρασία, δ) μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας.

3.2 Ο ανθρώπινος παράγων στη θερμική άνεση

Οι φυσικές παράμετροι όμως δεν είναι οι μόνες που καθορίζουν την θερμική άνεση. Παράγοντες που έχουν να κάνουν με τον άνθρωπο, όπως για παράδειγμα το επίπεδο δραστηριότητας και ο ρουχισμός είναι καθοριστικοί για την θερμική άνεση.

Η γνώση των παραμέτρων του εξωτερικού περιβάλλοντος, από την άποψη χρονικής και χωρικής μεταβλητότητας, η ποικιλία των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, αλλά και άλλες παράμετροι που αναφέρονται παρακάτω καθιστούν την κατανόηση και την πρόβλεψη συνθηκών άνεσης σε εξωτερικούς χώρους σύνθετη και ενδιαφέρουσα.

Η έννοια της θερμικής άνεσης στηρίζεται στην αρχή ότι σε σταθερές συνθήκες η παραγωγή θερμότητας θα πρέπει να ισούται με τις απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον ώστε να διατηρηθεί η θερμοκρασία του σώματος στους 37ο C, περίπου. Στην Εικόνα 2 δίνεται μια σχηματική παράσταση του ισοζυγίου ενέργειας του ανθρώπινου οργανισμού, όπου παρουσιάζονται όλες οι παράμετροι που καθορίζουν το θερμικό ισοζύγιο στο ανθρώπινο σώμα και άρα το αίσθημα της θερμικής άνεσης. Οι άνθρωποι επιδιώκουν βελτίωση των συνθηκών άνεσής τους προσαρμόζοντας τα επίπεδα ρουχισμού τους αλλά και το μεταβολικό τους ρυθμό. Όταν η δυνατότητα προσαρμογής είναι περιορισμένη προκαλείται στρες και δυσφορία. Αυτό υποδηλώνει ότι ενδογενείς παράγοντες, όπως η εμπειρία, οι προσδοκίες και ο χρόνος έκθεσης είναι παράμετροι που πρέπει να συνεκτιμηθούν στην θερμική άνεση.



Εικόνα 24: (Το ισοζύγιο ενέργειας του ανθρώπινου σώματος. I είναι η άμεση ηλιακή ακτινοβολία, H είναι η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία, $(I+H)_{refl}$ είναι η ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία, E_A και E_U είναι η θερμική ακτινοβολία από το περιβάλλον και W η θερμική ακτινοβολία του ανθρώπινου σώματος)

Μέσα από τη χρήση του σύνθετου μηχανισμού ρύθμισης της θερμοκρασίας του, το ανθρώπινο σώμα είναι σε θέση να επέλθει σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας με το περιβάλλον του, όταν η μεταβολή του θερμικού ισοζυγίου είναι ίση με το μηδέν. Η θερμική ανταλλαγή μεταξύ του υποκειμένου και του περιβάλλοντος ισούται με τη διαφορά μεταξύ της παραγωγής θερμότητας λόγω μεταβολισμού και των θερμικών απωλειών, λόγω της αναπνοής ή της ανταλλαγής θερμότητας μέσω του δέρματος, αλλά και της εκπομπής και απορρόφησης ακτινοβολίας.

Η ενέργεια των τροφών που προσλαμβάνονται από τον ανθρώπινο οργανισμό μετατρέπεται σε θερμική μέσω χημικών αντιδράσεων (μεταβολικός ρυθμός). Ένα μέρος της παραγόμενης θερμικής ενέργειας είναι απαραίτητη για την διατήρηση του ανθρώπινου σώματος σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και για τη διασφάλιση της λειτουργίας

των οργάνων (βασικός μεταβολισμός ο οποίος ποικίλει ανάλογα με το ύψος και το βάρος του ανθρώπου). Ένα άλλο μέρος της παραγόμενης θερμικής ενέργειας είναι αναγκαία για την υποστήριξη των δραστηριοτήτων του ανθρώπου, μέσω των οποίων μέρος του μεταβολισμού παραγωγής θερμότητας μετατρέπεται σε μηχανική ισχύ.

Κατά τη διαδικασία της αναπνοής μία ποσότητα αέρα εισπνέεται από το άτομο, η οποία έχει γενικά διαφορετική θερμοκρασία και υγρασία σε σχέση με τον πυρήνα του σώματος. Επιπλέον, ένα τμήμα της εσωτερικής θερμότητας του σώματος μεταφέρεται, ανάλογα και με το επίπεδο δραστηριότητας, στο εξωτερικό περιβάλλον μέσω της εκπνοής. Ως εκ τούτου, οι απώλειες λόγω αναπνοής εξαρτώνται από το επίπεδο της δραστηριότητας του υποκειμένου και από τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος.

Η εξωτερική επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος χαρακτηρίζεται γενικά από συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας διαφορετικές από εκείνες του περιβάλλοντος του. Αυτό προκαλεί θερμικές ανταλλαγές μεταξύ του υποκειμένου και του περιβάλλοντος. Αυτή η ανταλλαγή θερμότητας εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου, τη θερμοκρασία του αέρα, τη θερμοκρασία του δέρματος, το ποσοστό των καλυμμένων από ρούχα επιφανειών του σώματος, καθώς και από τον τύπο ρουχισμού.

Η εξωτερική επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος καθορίζει επίσης την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται, διαμορφώνεται κυρίως από τον τύπο του ρουχισμού. Για παράδειγμα, ανοιχτόχρωμος ρουχισμός έχει σαν συνέπεια τη μικρότερη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας απ' ότι ο σκουρόχρωμος. Η θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από το ανθρώπινο σώμα είναι κυρίως συνάρτηση της θερμοκρασίας της εξωτερικής του επιφάνειας. Μεγάλο ποσοστό των θερμικών απωλειών από το ανθρώπινο σώμα οφείλεται στη μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.

Τέλος, η ανταλλαγή θερμότητας μέσω εφίδρωσης εξαρτάται από το τύπο ρουχισμού, το επίπεδο υγρασίας του δέρματος και από τη διαφορά πίεσης μεταξύ των υδρατμών στον αέρα και των υδρατμών στη λεπτή επιφάνεια που καλύπτει το δέρμα. Όλες οι ανταλλαγές θερμότητας μέσω του δέρματος, επίσης, εξαρτώνται από το μέγεθος της επιφάνειας του σώματος.

3.3 Ο περιβαλλοντικός παράγων στη θερμική άνεση

3.3.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του αέρα είναι αναμφισβήτητα καθοριστική παράμετρος όταν αναφερόμαστε στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου. Επηρεάζει την άνεση με πολλούς τρόπους και σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες αποτελεί το κλειδί για το ενεργειακό ισοζύγιό μας, την αίσθηση του θερμικού περιβάλλοντος, την άνεση, τη δυσφορία και την αίσθηση της ποιότητας εσωτερικού αέρα. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμοκρασία στο εσωτερικό των κτιρίων μπορούν να ενταχθούν σε τρεις κατηγορίες: α) το εξωτερικό περιβάλλον, β) το σχεδιασμό του κτιρίου και γ) το σύστημα θέρμανσης, ψύξης και αερισμού.

Η θερμοκρασία επηρεάζει το ανθρώπινο σώμα και τις λειτουργίες ανταλλαγής ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας με το περιβάλλον. Η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα τείνει να μειώσει τις απώλειες θερμότητας με αγωγή και ακτινοβολία, ενώ αυξάνονται οι απώλειες θερμότητας λόγω εφίδρωσης. Η θερμοκρασία του αέρα επηρεάζει και τη μέση θερμοκρασία του δέρματος. Το φυσικό αυτό μέγεθος έχει εισαχθεί για την πληρέστερη αξιολόγηση της θερμικής άνεσης.

3.3.2 Υγρασία

Η υγρασία, μαζί με τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, αποτελούν τα δυσκολότερα μεγέθη κατά την αξιολόγηση του εσωκλίματος και εκφράζεται με σχετικούς και απόλυτους όρους. Ως ορισμός η υγρασία είναι το ποσό των υδρατμών που υπάρχει στον αέρα. Η σχετική υγρασία, που χρησιμοποιείται συχνότερα στην αξιολόγηση της θερμικής άνεσης, εκφράζεται ως ποσοστό του κορεσμένου αέρα σε υδρατμούς. Η σχετική υγρασία επενεργεί στην εξάτμιση του νερού από την επιδερμίδα μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία του δέρματος και επηρεάζοντας το θερμικό ισοζύγιο του σώματος. Συνοπτικά, η **υγρασία του αέρα** επηρεάζει τους εξής τρεις μηχανισμούς του σώματός μας:

- το μηχανισμό διάχυσης των υγρών υπό τη μορφή αερίων του σώματός μας μέσω του δέρματος
- το μηχανισμό εξάτμισης του ιδρώτα από την επιφάνεια του δέρματος και
- το μηχανισμό ύγρυνσης του εισπνεόμενου αέρα.

3.3.3 Ταχύτητα Αέρα

Η κίνηση του αέρα συνδέεται με δύο παραμέτρους :

- Την ταχύτητα του αέρα.
- Τη μορφή της ροής του αέρα, αν είναι στρωτή ή τυρβώδης.

Το ανθρώπινο σώμα δε διαθέτει ειδικά αισθητήρα για την ταχύτητα του αέρα . Αυτή προσδιορίζεται έμμεσα απ' τον ανθρώπινο εγκέφαλο, από τις μεταβολές τις θερμοκρασίες στο δέρμα. Είναι προφανές ότι η ταχύτητα του αέρα μεταβάλλει τις απώλειες θερμότητας του σώματος. Σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και υψηλής σχετικής υγρασίας, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα προσφέρει αυξημένες απώλειες θερμότητας με αποτέλεσμα ισορροπημένο θερμικό ισοζύγιο. Σε αντίθετη περίπτωση χαμηλής θερμοκρασίας, η αυξημένη ταχύτητα αέρα επιταχύνει τις απώλειες θερμότητας από το σώμα, σε σημείο που να προκαλεί την δυσφορία. Οι μεταβολές στη θερμοκρασία του σώματος από την ταχύτητα του αέρα είναι μάλλον απότομες, καθώς ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας δεν είναι γραμμικός.

3.4 Οπτική Άνεση

Σε μία αστική περιοχή μπορούν να καθοριστούν δύο τύποι φωτός: **φυσικό και τεχνητό**. Η διείσδυση και κατανομή του φωτός σε έναν αστικό χώρο αποτελεί τον πρωταρχικό παράγοντα για τον καθορισμό της οπτικής άνεσης. Με τον όρο **«οπτική άνεση»** περιγράφεται μία θετική οπτική εμπειρία, στην οποία, εκτός από την κατανομή και την επάρκεια του φωτός, μπορούν να συντελέσουν παράγοντες όπως η ανεμπόδιστη θέα της γύρω περιοχής, οι προσόψεις των κτηρίων, η βλάστηση και γενικότερα ένας αισθητικά καλοσχεδιασμένος αστικός χώρος. Με κατάλληλο έλεγχο της διείσδυσης και κατανομής του φωτός στον αστικό χώρο, μπορεί να επιτευχθεί οπτική άνεση περιορίζοντας φαινόμενα οπτικής δυσφορίας, π.χ. θάμβωση (οπτική όχληση που προκαλείται όταν στο οπτικό πεδίο επικρατούν υψηλές τιμές ή μεγάλες αντιθέσεις φωτεινότητας).

Οι απαιτήσεις της οπτικής άνεσης πηγάζουν από τις ανάγκες των ανθρώπων. Οι ανάγκες αυτές μπορούν να ικανοποιηθούν αν ο φωτισμός παρέχει τα ακόλουθα:

- Καθοδήγηση ως προς την κίνηση και τον προσανατολισμό και οπτική σύνδεση με τον περιβάλλοντα χώρο.
- Σύνδεση με τους βιολογικούς ρυθμούς.
- Ικανότητα αναγνώρισης των αντικειμένων στο χώρο.
- Ικανότητα κατεύθυνσης της προσοχής και καθορισμού της σημασίας της οπτικής πληροφορίας.
- Αίσθηση διακριτότητας μεταξύ των περισσότερο και λιγότερο φωτισμένων μερών μιας σκηνής
- Αίσθηση ασφάλειας σε λιγότερο φωτεινές περιοχές.

Για την αξιολόγηση των φωτεινών πηγών και του οπτικού περιβάλλοντος χρησιμοποιούνται παράμετροι όπως τα επίπεδα Φωτεινότητας (μετράται σε lux) και η λαμπρότητα των επιφανειών (μετράται σε cd/m²). Παράμετροι γεωγραφικής θέσης και εποχής όπως και κοινωνικές παράμετροι θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη.

Οι κυριότεροι παράγοντες για την ποιοτική αντίληψη του περιβάλλοντος χώρου είναι:

- Η σαφήνεια του οπτικού περιβάλλοντος.
- Η ταχύτητα της οπτικής αντίληψης (η οποία σχετίζεται με το χρόνο μεταξύ της εμφάνισης ενός αντικειμένου και της αναγνώρισής του)
- Η διακριτική ικανότητα σε σχέση με την απόσταση μεταξύ παρατηρητή και αντικειμένου).
- Η γεωμετρία και ο χρωματισμός του αντικειμένου παρατήρησης.

Για τον προσδιορισμό της οπτικής άνεσης θα πρέπει να εξετάζεται η αλληλεπίδραση των στοιχείων φωτισμού σε κάθετες επιφάνειες (π.χ. προσόψεις κτηρίων), οριζόντιες επιφάνειες (π.χ. πεζοδρόμια) και ο έλεγχος της εκπομπής ή ανάκλασης του φωτός. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται (π.χ. άσφαλτος, τσιμέντο, γυαλί, μέταλλο), μπορούν να αυξήσουν το φυσικό φως, ανακλώντας το προς τον περιβάλλοντα χώρο.

Επίσης θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια σχετικά με την πιθανή ομοιομορφία ή ανομοιομορφία των φωτιστικών επιπέδων στον χώρο μελέτης (υψηλές τιμές ή μεγάλες αντιθέσεις Λαμπρότητας προκαλούν θάμβωση). Τέλος, θα πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια ως προς την αναγνωσιμότητα/καθαρότητα που προσφέρεται από τα οπτικά επίπεδα (τα διαφορετικά επίπεδα βάθους που συναποτελούν το οπτικό πεδίο του παρατηρητή), καθώς αποτελεί ένα σημαντικό κριτήριο που συνδέει την οπτική εντύπωση μιας σκηνής με τη φωτεινότητα και τα χρώματα που χρησιμοποιούνται.

3.5 Ακουστική Άνεση

Υπάρχει τελευταία, μια αυξανόμενη αντιμετώπιση του προβλήματος του ήχου τοποθετώντας τον ως αναπόσπαστο κομμάτι του αστικού περιβάλλοντος, με το ίδιο επίπεδο σημασίας όπως η οπτική άνεση και η διαδικασία αστικού σχεδιασμού. Η εύκολη πρόσβαση σε ήσυχες αστικές περιοχές είναι ένας σημαντικός ψυχολογικός παράγοντας. Για να είναι πιο αποτελεσματικές, οι ακουστικές μελέτες θα πρέπει να είναι ενσωματωμένες στον αστικό σχεδιασμό, και όχι να πραγματοποιούνται και υλοποιούνται μεταγενέστερα. Με τον τρόπο αυτό, ο ήχος θεωρείται περισσότερο ως πόρος, και όχι ως πηγή υποβάθμισης που πρέπει να αντιμετωπιστεί.

Δεν είναι όλοι οι ήχοι θόρυβος. Οι ηχητικές πηγές ποικίλουν, από πηγές θορύβου (π.χ. βιομηχανία, κυκλοφορία αυτοκινήτων), μέχρι επιθυμητούς ήχους, που συνήθως περιλαμβάνουν φυσικές πηγές (π.χ. σε αστικά πάρκα). Κάποιοι ήχοι είναι υπό συνθήκες κατάλληλοι, και θα πρέπει να επιδιώκεται η διατήρηση ή ακόμα και η ενίσχυσή τους, παρά η εξάλειψή τους. Ένα κατάλληλο αστικό ηχητικό πεδίο ενδυναμώνει και προάγει την εικόνα μιας περιοχής, τονώνει τον τουρισμό, δημιουργεί υγιεινές συνθήκες για τους κατοίκους (μείωση άγχους) και βελτιώνει την κοινωνική συνοχή.

Ο ακουστικός σχεδιασμός αντιπροσωπεύει μια πιο θετική και ολιστική προσέγγιση, συγκριτικά με τον παραδοσιακό έλεγχο του θορύβου, και στοχεύει στο σχεδιασμό χώρων που είναι ευχάριστοι από ακουστική άποψη. Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι ο παραδοσιακός έλεγχος του θορύβου και ο ακουστικός σχεδιασμός είναι συμπληρωματικοί. Για περιβάλλοντα στα οποία τα επίπεδα θορύβου είναι μη αποδεκτά, ο έλεγχος του θορύβου θα πρέπει να είναι η πρώτη και πλέον σημαντική ενέργεια.

Για τη μελέτη ενός ακουστικού πεδίου ή το σχεδιασμό ενός νέου, είναι απαραίτητη η περιγραφή του με παραμέτρους που μπορούν να σχεδιαστούν. Για έναν αστικό δημόσιο χώρο, ένα πλαίσιο μελέτης μπορεί να περιλαμβάνει τέσσερις προσεγγίσεις, όπως περιγράφονται παρακάτω:

- **Χαρακτηριστικά του κάθε ήχου:** ένταση ήχου, συχνότητα, χρονικά χαρακτηριστικά (διάρκεια, μεταβολές), θέση (ή κίνηση) της πηγής, ψυχολογικά/κοινωνικά χαρακτηριστικά (σημασία, φυσική ή τεχνητή πηγή, συσχετισμός με δραστηριότητες).
- **Επίδραση του περιβάλλοντος χώρου:** αντηχήσεις, ήχοι υποβάθρου, κατανομή ήχων στο χώρο.
- **Κοινωνικά χαρακτηριστικά:** κοινωνικά/δημογραφικά χαρακτηριστικά των χρηστών ενός χώρου, ηχητικές συνθήκες και εμπειρίες σε χώρους εργασίας, κατοικίες.
- **Χρήση ερωτηματολογίων:** ερωτήσεις στους χρήστες του χώρου σχετικές με την αναγνώριση των ήχων, την ποιοτική αντίληψη, την αποδοχή ή την αποδοκιμασία

. Κεφαλαίο 4

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

4.1 Ορισμοί

Φωτοβολταϊκό στοιχείο: Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα φ/β κύτταρο ή φ/β κυψέλη (*PV cell*).



Εικόνα 25: Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Φωτοβολταϊκό πλαίσιο: Ένα σύνολο φ/β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα σε ένα ενιαίο πλαίσιο με κοινή ηλεκτρική έξοδο. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της φ/β γεννήτριας. Στο πλαίσιο αυτό, τα στοιχεία συνδέονται σε σειρά κατά ομάδες κατάλληλου πλήθους, ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή τάση.



Εικόνα 26: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο

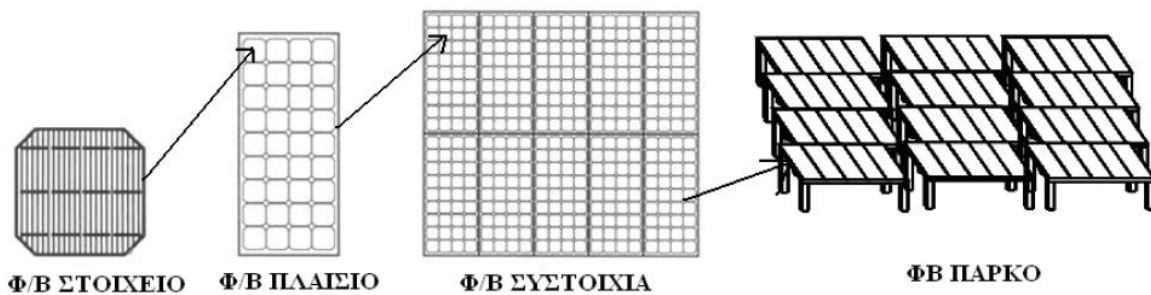
Φωτοβολταϊκό πανέλο: Ένα ή περισσότερα φ/β πλαίσια, που έχουν συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή (PV panel)

Φωτοβολταϊκή συστοιχία: Μια ομάδα από φ/β πλαίσια με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης (PV array).



Εικόνα 27: Φωτοβολταϊκή συστοιχία

Φωτοβολταϊκή γεννήτρια: Το τμήμα μιας φ/β εγκατάστασης που περιέχει φ/β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα (PV module).



Εικόνα 28: Πορεία από το φωτοβολταϊκό στοιχείο έως το φωτοβολταϊκό πάρκο

4.2 Αρχή λειτουργίας των Φωτοβολταϊκών

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο παρατηρήθηκε για πρώτη φορά το 1839 από το Γάλλο φυσικό Εντμόντ Μπεκερέλ. Το φαινόμενο αυτό, πάνω στο οποίο βασίζεται η λειτουργία των φωτοβολταϊκών, είναι αυτό κατά το οποίο αναπτύσσεται ηλεκτρικό δυναμικό ανάμεσα σε δύο ανόμοια υλικά, όταν η κοινή τους ένωση δέχεται ακτινοβολία φωτονίων. Τα δύο ανόμοια υλικά κατασκευάζονται από « νοθευμένο » πυρίτιο, κατά τα πρότυπα της κατασκευής των διόδων και των διπολικών τρανζίστορ.

Ως αποτέλεσμα, το ένα υλικό έχει έλλειμμα ενός ηλεκτρονίου σθένους και αποτελεί το p υλικό της διάταξης, ενώ το άλλο έχει πλεόνασμα ενός ηλεκτρονίου σθένους και αποτελεί το n υλικό. Όταν το ηλιακό φως απορροφάται από την ένωση, η ενέργεια των απορροφημένων φωτονίων μεταφέρεται στο υλικό του στοιχείου.

Αυτό προκαλεί τη δημιουργία φορτισμένων φορέων που βρίσκονται διασκορπισμένοι στην ένωση. Πρόκειται δηλαδή για την απορρόφηση της ενέργειας του φωτός από τα ηλεκτρόνια των ατόμων του φωτοβολταϊκού στοιχείου και την απόδραση των ηλεκτρονίων αυτών από τις κανονικές τους θέσεις με αποτέλεσμα τη δημιουργία ρεύματος.

Οι φορτισμένοι φορείς στην περιοχή της ένωσης δημιουργούν ένα δυναμικό, επιταχύνονται κάτω από την επίδραση του ηλεκτρικού πεδίου και ρέουν καθώς το ρεύμα ρέει σε ένα εξωτερικό κύκλωμα. Το ρεύμα στο τετράγωνο επί την αντίσταση του κυκλώματος δίνει την ισχύ που μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό.

Η υπόλοιπη ενέργεια των φωτονίων απλώς ανεβάζει την θερμοκρασία του στοιχείου, με ότι αυτό μπορεί να συνεπάγεται για την αποδοτική λειτουργία του στοιχείου.

4.3 Μονάδες Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Σε ένα φ/β σύστημα περιλαμβάνονται, εκτός της φ/β μονάδας ή συστοιχίας, μερικά ή όλα τα παρακάτω μέρη:

- Συσσωρευτής
- Μετατροπέας συνεχούς - εναλλασσομένου (αντιστροφέας – inverter)
- Πίνακας ελέγχου
- Ρυθμιστής φόρτισης
- Δίοδοι αντεπιστροφής (ώστε να μην επιτρέπεται η αντιστροφή του ρεύματος στα φ/β πλαίσια, που μπορεί να τα καταστρέψει και προκαλέσει ενεργειακές απώλειες).
- Δίοδοι διέλευσης (bypass) για τη λειτουργία της συστοιχίας ακόμη και όταν κάποια πλαίσια σκιαστούν (hot spot damage).
- Μετρητής της ΔΕΗ
- Σύστημα στήριξης φ/β συστοιχιών
- Διακόπτες dc
- Ασφάλειες

Οι **συσσωρευτές** παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα, όπου καταλαμβάνουν ένα αρκετά μεγάλο κομμάτι της οικονομικής επιβάρυνσης. Είναι απαραίτητοι για να αποθηκεύουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φ/β πλαίσια και να την δίνουν στον καταναλωτή κατά τα χρονικά διαστήματα που δεν υπάρχει ακτινοβολία (νυχτερινές ώρες, συννεφιασμένες μέρες).

Η **επιλογή της κατάλληλης μπαταρίας γίνεται αξιολογώντας παραμέτρους** όπως:

- Η ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που πρέπει να αποθηκεύει
- Το μέγιστο πλήθος των πιθανών συνεχόμενων ημερών συννεφιάς
- Οι αιχμές της κατανάλωσης
- Ο βαθμός αξιοπιστίας που θα πρέπει να παρουσιάζει το σύστημα
- Η ύπαρξη ή όχι βοηθητικών ενεργειακών πηγών

Γενικά οι **μπαταρίες** που χρησιμοποιούνται σε φ/β συστήματα είναι όμοιες με τις κοινές μπαταρίες αυτοκινήτου, δηλ. φόρτισης – εκφόρτισης. Οι πιο συνηθισμένες είναι με ηλεκτρόδια (πόλους) μολύβδου σε διάλυμα θειικού οξέος. Σε περιπτώσεις, όμως, όπου σχεδιάζεται η λειτουργία του συστήματος για συνθήκες μεγάλων

θερμοκρασιακών διακυμάνσεων, επιλέγονται μπαταρίες νικελίου – καδμίου, οι οποίες είναι 3-4 φορές ακριβότερες ανά kWh από τις αντίστοιχες μολύβδου – ασβεστίου.

Σε ένα αυτόνομο φ/β σύστημα η μπαταρία είναι «το πιο αδύνατο σημείο» καθώς η διάρκεια ζωής της είναι γενικά πολύ μικρότερη από όλες τις άλλες μονάδες του συστήματος. Έτσι το 30% περίπου από τα έξοδα κατά τη διάρκεια ζωής ενός τέτοιου συστήματος δαπανάται στις μονάδες αποθήκευσης.

Οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά τη διάρκεια ζωής ενός συσσωρευτή είναι:

- Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος τόσο μειώνεται η διάρκεια ζωής του συσσωρευτή.
- Το βάθος εκφόρτισης. Η εκφόρτιση των συσσωρευτών πέρα από την επιτρεπόμενη από τον κατασκευαστή τιμή μειώνει δραστικά τόσο τη διάρκεια ζωής όσο και τη χωρητικότητα.
- Το ποσοστό υπερφόρτισης. Αντίστοιχα αποτελέσματα έχει η φόρτιση του συσσωρευτή πάνω από τα επιτρεπτά όρια.
- Η τάση και το ρεύμα φόρτισης. Κατά τη διάρκεια της φόρτισης ένα αρχικό ρεύμα μεγάλης τιμής μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες. Το ίδιο συμβαίνει και με μια πιθανή υπέρταση.

Πλήρης εκφόρτιση των συσσωρευτών πρέπει να αποφεύγεται διότι μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή τους. Γενικός κανόνας είναι να αποτρέπεται εκφόρτιση πάνω από 50% περίπου και μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις να φθάνει το 80%.

Όσο μεγαλύτερη είναι χωρητικότητα του συσσωρευτή που επιλέγεται σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η διάρκεια ζωής του. Τυπικά η διαστασιολόγηση της μπαταρίας σε ένα αυτόνομο φ/β σύστημα γίνεται με τρόπο που να καλύπτει τα φορτία για διάστημα 3-4 ημερών απουσίας ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό σημαίνει πως το ποσοστό της ημερήσιας εκφόρτισης θα είναι περίπου 25% με 30% της θεωρητικής χωρητικότητάς της. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, αν δεν έχει γίνει σημαντική υπερδιαστασιολόγηση, σε συνθήκες παρατεταμένης συννεφιάς (έλλειψη άμεσης ακτινοβολίας), η κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας σταδιακά θα μειώνεται και αργά η γρήγορα η τάση της θα πέσει κάτω από την ελάχιστη επιτρεπτή τάση εκφόρτισης.

Αν δεν μειωθεί η κατανάλωση τότε η προστασία βαθιάς εκφόρτισης της μπαταρίας θα διακόψει την παροχή ρεύματος. Η διακοπή θα συνεχιστεί μέχρι η μπαταρία να φορτιστεί και πάλι κατά την διάρκεια της επόμενης ηλιόλουστης ημέρας και να φτάσει ένα ικανοποιητικό επίπεδο τάσης.

Ο **Ρυθμιστής φόρτισης (charge controller)** είναι συσκευή που χρησιμοποιείται σε αυτόνομα συστήματα για να ρυθμίζει τη φόρτιση των συσσωρευτών και να αποτρέπει την υπερφόρτιση και την βαθιά εκφόρτιση της μπαταρίας.

- Αποσυνδέει τη φ/β συστοιχία από τις μπαταρίες, όταν αυτές έχουν πλήρως φορτιστεί.
- Αποσυνδέει τα φορτία από τις μπαταρίες, όταν αυτές έχουν εκφορτιστεί.

Με κατάλληλες πρακτικές είναι δυνατόν να αυξηθεί η διάρκεια ζωής ευαίσθητων μονάδων του συστήματος. Για το λόγο αυτό συνιστάται το σύστημα να έχει πίνακα ελέγχου, που να πληροφορεί το χρήστη ανά πάσα στιγμή για την κατάσταση λειτουργίας του. Αυτό επικοινωνεί με όλες τις μονάδες και μπορεί σε περίπτωση που εμφανισθεί κάποιο πρόβλημα να διακόψει τη λειτουργία και να προστατέψει τη διάταξη.

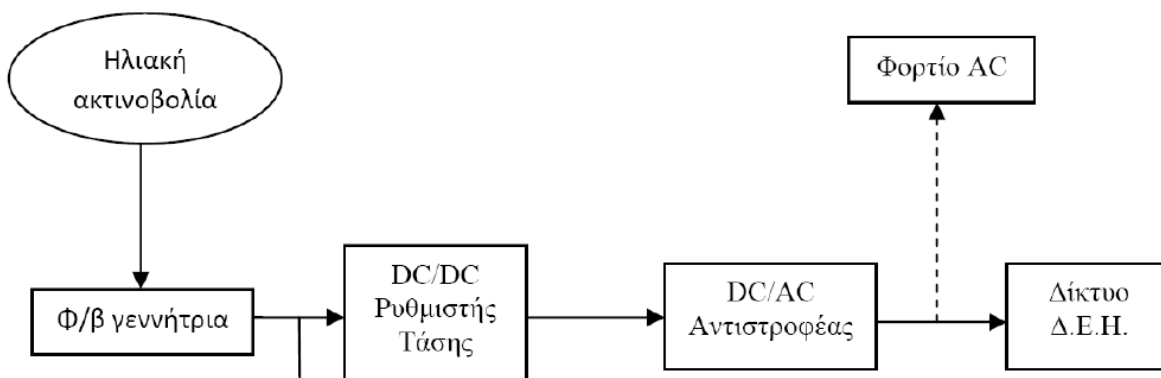
Ο **αντιστροφέας (inverter)** είναι η ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο κατάλληλης τιμής και συχνότητας για διασύνδεση στο δίκτυο. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης συμβατικού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, αλλά από την άλλη αυξάνεται το κόστος του συστήματος και οι απώλειές του, καθώς καταναλώνεται επιπλέον ισχύς.

Οι αντιστροφείς τάσης είναι ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιούνται σε συνδεδεμένα με το δίκτυο φ/β συστήματα αλλά και σε αυτόνομα συστήματα με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, προκειμένου να μετατραπεί το συνεχές (DC) ρεύμα του φωτοβολταϊκού συστήματος σε εναλλασσόμενο (AC), ώστε να μπορούν να τροφοδοτηθούν απευθείας οι οικιακές συσκευές που απαιτούν 220 Volt.

Ρυθμιστής συνεχούς τάσης (DC/DC converter): Σε ένα φ/β σύστημα η παραγόμενη τάση από τα φ/β στοιχεία δεν έχει σταθερή τιμή, αλλά μεταβάλλεται γύρω από μια μέση τιμή. Για να σταθεροποιηθεί η τάση εξόδου της φ/β γεννήτριας και να καταστεί κατάλληλη για την είσοδό της στον αντιστροφέα χρησιμοποιούνται μετατροπείς συνεχούς ρεύματος.

4.4 Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών συστημάτων

4.4.1 Διασυνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα



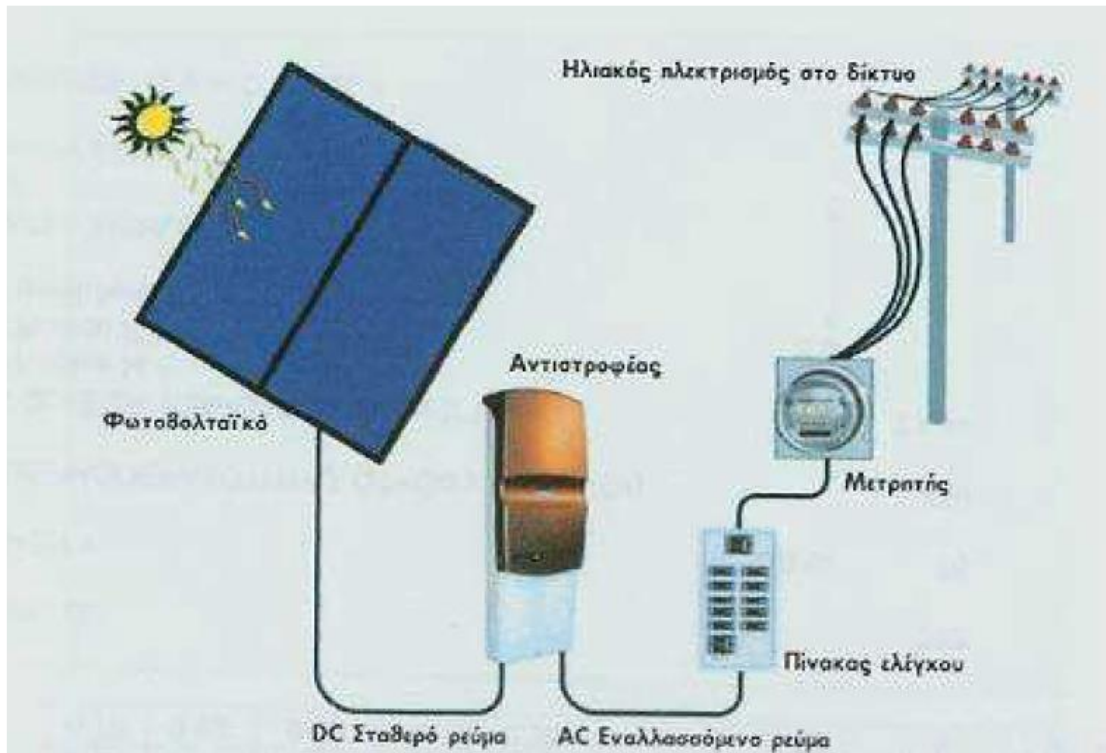
Εικόνα 29: Απλοποιημένο διάγραμμα διασυνδεδεμένο φ/β συστήματος

Τα **διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα** έχουν ως βασικό χαρακτηριστικό το γεγονός ότι υπάρχει φυσική ένωση με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ). Η σχέση μιας εγκατεστημένης μονάδας με το δημόσιο δίκτυο είναι αμφίδρομη. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να απορροφά ενέργεια αλλά και να παρέχει ενέργεια σε αυτό. Σε ένα διασυνδεδεμένο σύστημα το δίκτυο ενεργεί όπως μια μπαταρία με απεριόριστη ικανότητα αποθήκευσης. Επομένως, η συνολική αποδοτικότητα ενός διασυνδεδεμένου φ/β συστήματος είναι καλύτερη από την αποδοτικότητα ενός αυτόνομου συστήματος, αφού το δίκτυο έχει πρακτικά απεριόριστη ικανότητα αποθήκευσης και επομένως η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί πάντοτε να αποθηκεύεται.

Περιπτώσεις εφαρμογής:

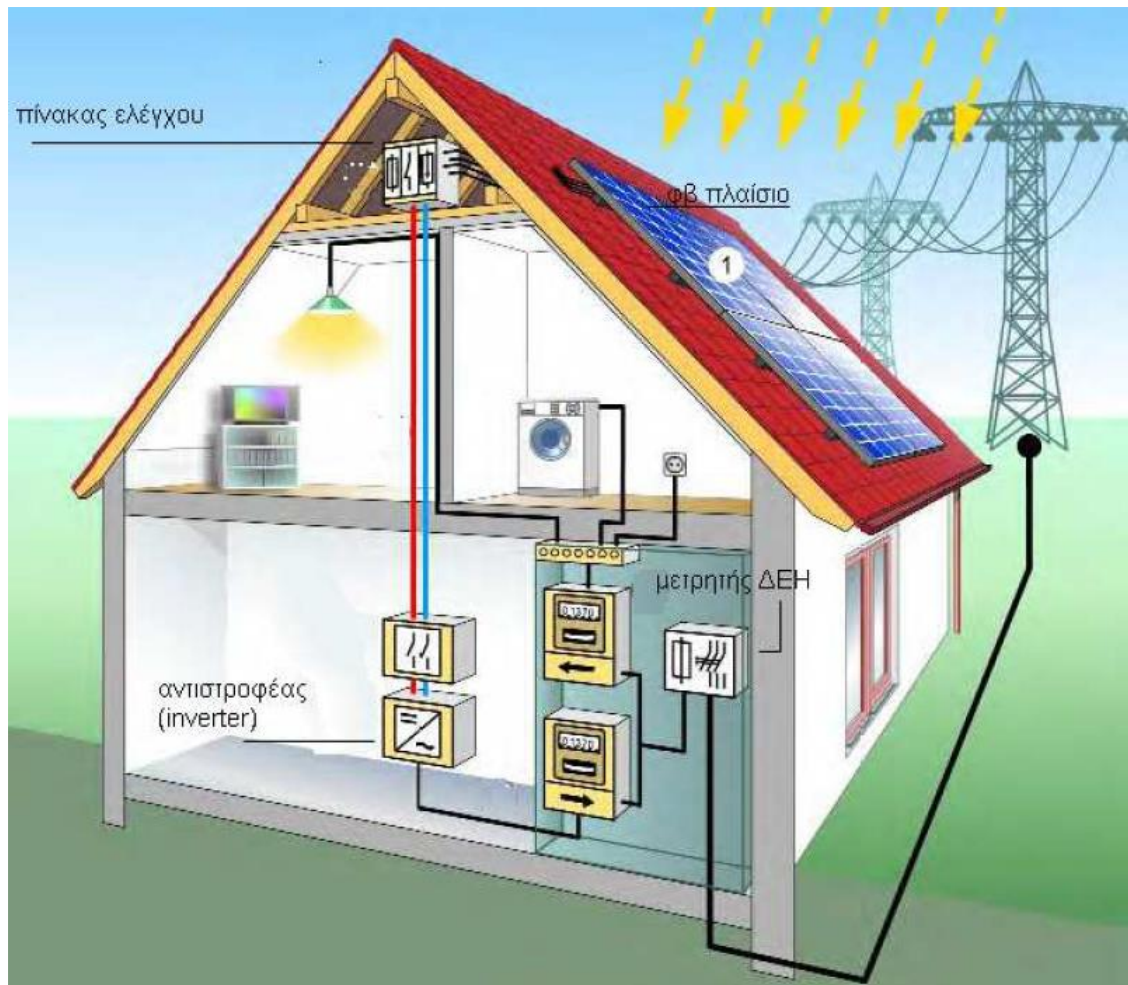
- **Πώληση ενέργειας προς το ηλεκτρικό δίκτυο:** φωτοβολταϊκά πάρκα ή φ/β σταθμοί, με ισχύ από μερικά kW έως αρκετά MW. Στην Ελλάδα η συνηθέστερη επένδυση σε αυτό το πεδίο είναι συστήματα των 100 kW, γιατί συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα της

υψηλής επιδότησης της kWh και της ευκολότερης αδειοδότησης του φωτοβολταϊκού σταθμού.



Εικόνα 30: Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα

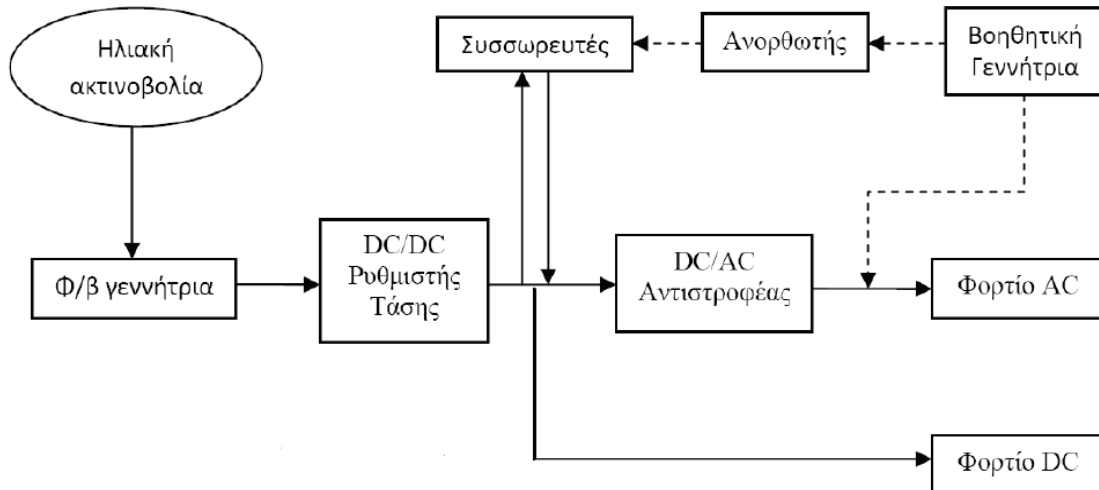
- **Πώληση / αγορά ενέργειας προς/από το ηλεκτρικό δίκτυο:** εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν το δίκτυο ως εναλλακτική πηγή τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας, όταν η παραγωγή του τοπικού φ/β σταθμού δεν επαρκεί για να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες. Η εγκατάσταση είναι δυνατόν να απορροφά ενέργεια για να καλύψει τις ανάγκες της αλλά και να διοχετεύει (πωλεί) στο δίκτυο ενέργεια όταν υπάρχει πλεόνασμα παραγωγής. Ένα τέτοιο σύστημα θα πρέπει να διαθέτει δύο μετρητικά συστήματα, ένα για την εξερχόμενη και ένα για την εισερχόμενη ενέργεια (grid interactive συστήματα).



Εικόνα 31: Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα

- **Χρήση του ηλεκτρικού δικτύου ως εφεδρεία:** όταν η παραγόμενη φ/β ενέργεια δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών, δηλ. απορροφάται στο σύνολό της από τις ηλεκτρικές καταναλώσεις, οπότε απαιτείται η συνδρομή του ηλεκτρικού δικτύου (grid back-up συστήματα).

4.4.2 Αυτόνομα συστήματα

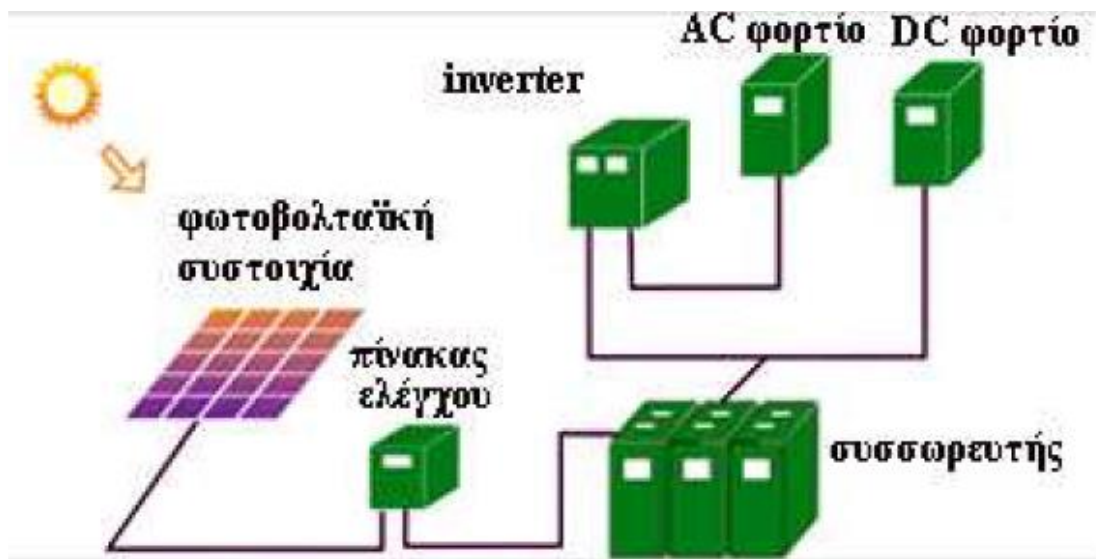


Εικόνα 32: Απλοποιημένο διάγραμμα αυτόνομου φ/β συστήματος

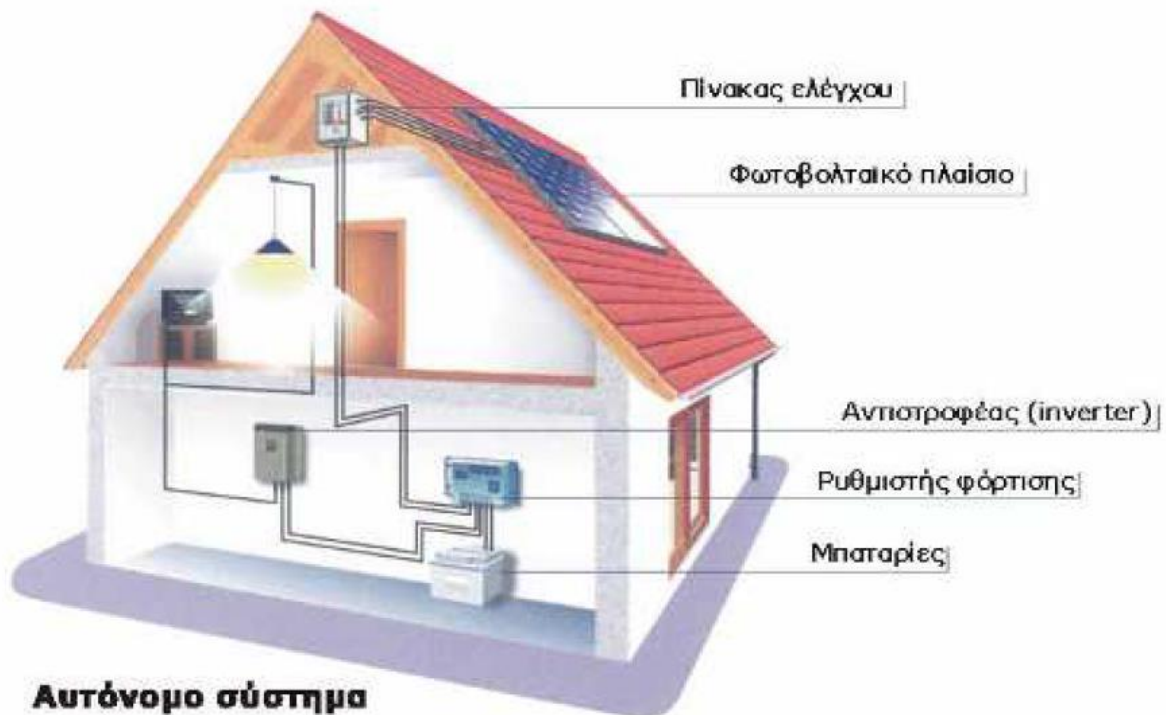
Ένα **αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα** είναι μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούμενη αποκλειστικά από φωτοβολταϊκές γεννήτριες, οι οποίες λειτουργούν αυτοδύναμα για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, χωρίς να συνδέονται με μεγάλα κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα διανομής.

Αποτελούν την ιδανικότερη λύση για περιοχές που βρίσκονται μακριά από το κεντρικό δίκτυο και στις οποίες η διασύνδεσή τους με αυτό θα απαιτούσε τεράστια οικονομικά κεφάλαια. Ειδικότερα για τον ελλαδικό χώρο, ο οποίος έχει πολυάριθμα μικρά νησιά και μικρούς οικισμούς, τα αυτόνομα φ/β συστήματα έχουν βρει πολλές εφαρμογές.

Περαιτέρω μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σ' αυτά που διαθέτουν αποθηκευτική διάταξη ενέργειας (μπαταρίες) και σ' αυτά που είναι άμεσα συνδεδεμένα μόνο με τα φορτία που τροφοδοτούν χωρίς αποθηκευτική διάταξη.



Εικόνα 33: Απλοποιημένη συνδεσμολογία αυτόνομου φ/β συστήματος



Εικόνα 34: Αυτόνομο φ/β σύστημα

4.5 Τεχνολογία φ/β στοιχείων

Οι τεχνολογίες των φ/β που συναντώνται σήμερα ποικίλουν ως προς το βασικό υλικό κατασκευής, την ικανότητα μετατροπής και το κόστος.

Τα είδη κυψελών που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στην αγορά είναι τα εξής :

- Μονοκρυσταλλικού πυριτίου
- Πολυκρυσταλλικού πυριτίου
- Λεπτής μεμβράνης (Thin-film)
- Υβριδικά

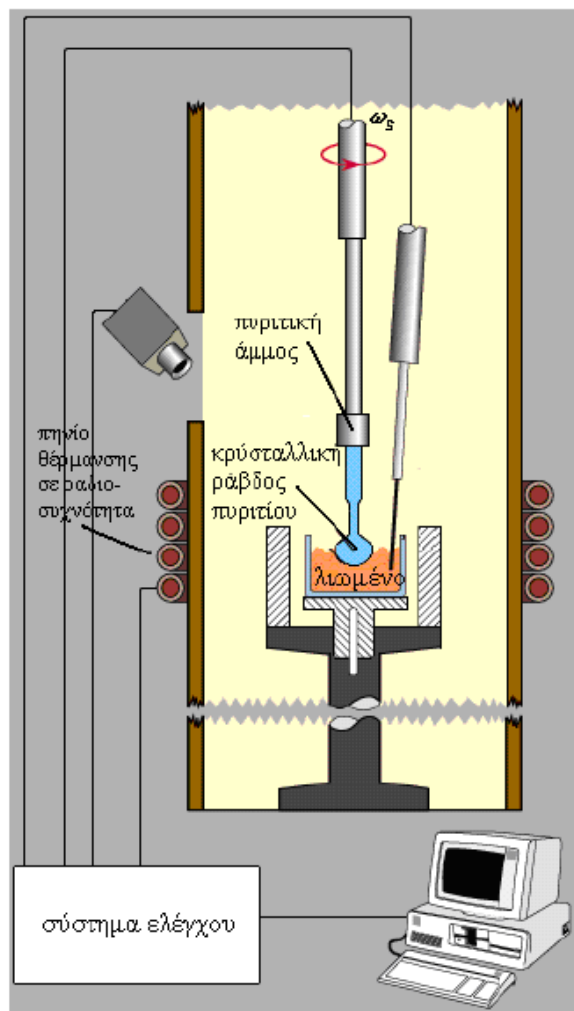
4.5.1 Κυψέλες μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο έχει μια ομοιόμορφη μοριακή δομή, που έχει ως αποτέλεσμα τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης (14-18%). Τα πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου κατασκευάζονται από καθαρό κρυσταλλικό πυρίτιο πάχους περίπου 0,3 mm. Το κρυσταλλικό πυρίτιο μορφοποιείται σε μεγάλα φύλλα, τα οποία μπορούν να κατατμηθούν σε συγκεκριμένο μέγεθος και να χρησιμοποιηθούν σε ένα πλαίσιο. Η βασική τεχνολογία παραγωγής μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών είναι η μέθοδος Czochralski. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη στερεοποίηση λειωμένου πολυκρυσταλλικού Si με τη βοήθεια οδηγού μονοκρυστάλλου ή σπόρου που τοποθετείται στο άκρο ενός βραχίονα.

Αρχικά τήκεται το πυρίτιο μέσα σε ένα κυλινδρικό δοχείο και σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 1400 °C. Έπειτα ένα πολύ μικρό κομμάτι κρυσταλλικού πυριτίου τοποθετείται σε επαφή με την επιφάνεια του λιωμένου πυριτίου, ενώ το κυλινδρικό δοχείο βρίσκεται σε περιστροφική κίνηση. Το κομμάτι πυριτίου δρα σαν πυρήνας κρυστάλλωσης και έτσι το πυρίτιο επικάθεται σε αυτό με αποτέλεσμα να μεγαλώσει και να σχηματισθεί σταδιακά ένας νέος μεγάλος κρύσταλλος πυριτίου με την συνεχή ανύψωση από το λιωμένο πυρίτιο.

Αποτέλεσμα της μεθόδου είναι το πυρίτιο να αποκτήσει μια κυλινδρική μορφή διαμέτρου περίπου 10cm και μήκους 1m. Εν συνεχεία ο κύλινδρος αυτός κόβεται σε πολύ λεπτούς δίσκους (κυλινδρικές πλάκες) πάχους από 150μm μέχρι 500μm, κατάλληλους για τις ηλιακές εφαρμογές. Οι δίσκοι λειαίνονται για την απομάκρυνση των ελαττωμάτων της κοπής και διαμορφώνονται σε δίοδους τύπου-p ή

τύπου-n με επίταξη, διάχυση ή εμφύτευση προσμίξεων. Το τελικό στάδιο είναι η συγκόλληση των ηλεκτροδίων στην εμπρός και πίσω όψη του δίσκου, η αλληλοσύνδεση των στοιχείων, η κάλυψη της εμπρός επιφανείας τους με ένα αντιανακλαστικό επίστρωμα για την μείωση της ανάκλασης του φωτός και η στεγανή συσκευασία σε πλαίσια.



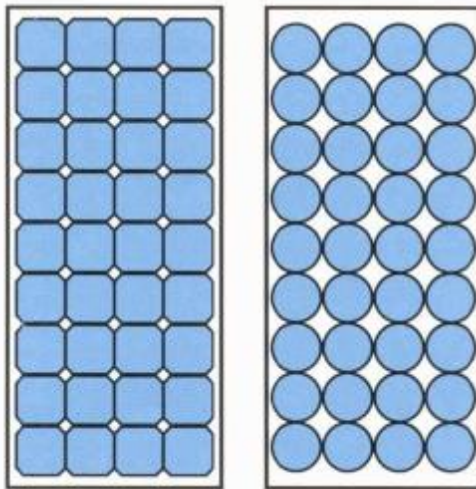
Εικόνα 35: Δομικό διάγραμμα της διαδικασίας παρασκευής ενός στοιχείου μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Η διαδικασία είναι εξαιρετικά δαπανηρή, καθώς το πυρίτιο είναι πολύ σκληρό υλικό και ένα ποσοστό του, που φτάνει μέχρι και 50%, χάνεται κατά την κοπή. Τα πλαίσια αυτού του είδους είναι μεν πιο ακριβά, ωστόσο έχουν το πλεονέκτημα της μεγαλύτερης «ενεργειακής πυκνότητας» ή αλλιώς της καλύτερης σχέσης απόδοσης / επιφάνεια.

4.5.2 Κυψέλες πολυκρυσταλλικού πυριτίου

Η παραγωγή του πολυκρυσταλλικού πυριτίου διαφοροποιείται από την παραπάνω διαδικασία στο γεγονός ότι αντί της μεθόδου Czochralski για την επίτευξη «τέλειας» κρυσταλλικής δομής, το υψηλής καθαρότητας πυρίτιο απλά τήκεται και τοποθετείται σε ένα δοχείο με τετραγωνική βάση, όπου και αφήνεται να στερεοποιηθεί. Βασικές τεχνολογίες παραγωγής είναι η μέθοδος της απ'ευθείας στερεοποίησης, η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου (χύτευση) και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση.

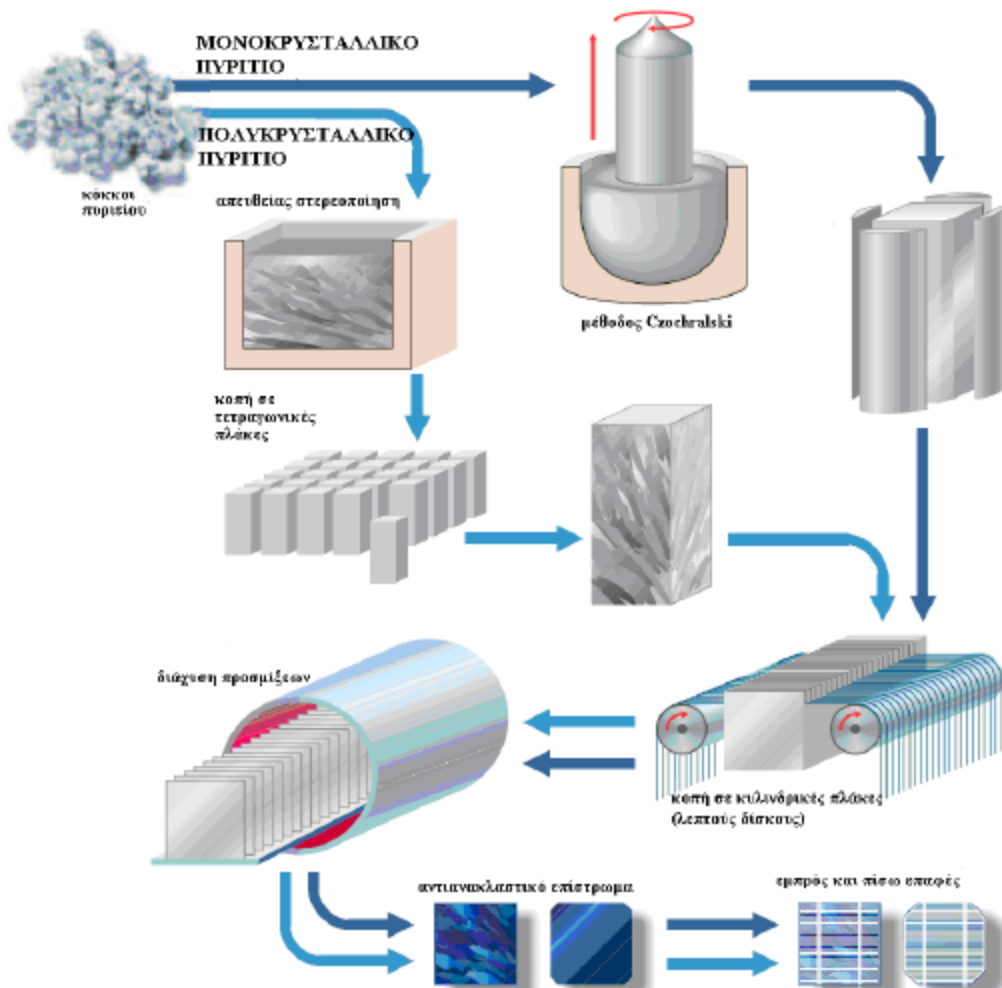
Το στερεό πυρίτιο που δημιουργείται έχει πολυκρυσταλλική δομή. Οπτικά μπορεί κανείς να διακρίνει τις επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές, οι οποίες όμως δεν έχουν την ομοιόμορφη κρυσταλλική δομή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Όσο μεγαλύτερης έκτασης είναι οι περιοχές αυτές τόσο καλύτερης απόδοσης είναι τα αντίστοιχα πολυκρυσταλλικά φ/β κελιά.



Εικόνα 36: Συντελεστής κάλυψης πλαισίου

Η διαδικασία παραγωγής πολυκρυσταλλικού πυριτίου είναι φθηνότερη από αυτή του μονοκρυσταλλικού. Επιπλέον οι τετραγωνικές πλάκες που προκύπτουν από την κοπή πλεονεκτούν στο γεγονός ότι μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή τετραγωνικών φ/β στοιχείων σε αντίθεση με τους δίσκους που είναι κυκλικοί. Αυτό έχει σαν συνέπεια τον μεγαλύτερο δείκτη κάλυψης του φ/β πλαισίου, δηλ. τα φ/β στοιχεία καταλαμβάνουν μεγαλύτερη επιφάνεια στο φ/β πλαίσιο. Το

μειονέκτημα σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια είναι ο χαμηλότερος βαθμός απόδοσης (11-14%).



Εικόνα 37: Παράλληλη απεικόνιση των μεθόδων παρασκευής μονοκρυσταλλικού και πολυκρυσταλλικού πυριτίου

4.5.3 Κυψέλες λεπτής μεμβράνης (thin-film)

Η τεχνολογία των λεπτών μεμβρανών εμφανίζει μειωμένο κόστος, καθώς χρησιμοποιεί πολύ λεπτά στρώματα (πάχους λίγων μικρών) του ημιαγωγού. Τα πιο γνωστά υλικά που χρησιμοποιούνται στις κυψέλες αυτές είναι :

- **Άμορφο πυρίτιο (a-Si).**
- **Copper Indium Diselenide (CIS) – Δισεληνοϊνδιούχος χαλκός**
- **Cadmium Telluride (CdTe) - Τελουριούχο κάδμιο**
- **Gallium Arsenide (GaAs) – Αρσενικούχο γάλλιο.**

Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία και στο μέλλον ενδεχομένως γίνει χρήση νέων τεχνολογιών όπως: νανοκρυσταλλικών φ/β στοιχείων πυριτίου (nc-Si) και οργανικών/πολυμερών στοιχείων.

Το άμορφο πυρίτιο δεν παρουσιάζει κρυσταλλική δομή και μπορεί να εφαρμοστεί σαν μια λεπτή ημιαγώγιμη μεμβράνη πάνω σε διάφορα υλικά, όπως για παράδειγμα σε φύλλο γυαλιού το οποίο καλύπτεται από διάφανο οξείδιο του κασσιτέρου. Στην πίσω επιφάνεια τοποθετείται μεταλλικός αγωγός και στη συνέχεια η όλη διάταξη κόβεται με laser για την παραγωγή μιας σειράς ηλεκτρικά συνδεδεμένων άλλα ξεχωριστών στοιχείων, που τελικά θα ενσωματωθούν στην φ/β μονάδα.

Το βασικό πλεονέκτημα των thin-film πλαισίων έγκειται στο χαμηλό κόστος κατασκευής και στην πολλαπλή τους χρησιμότητα. Επειδή οι μεμβράνες αυτές εφαρμόζονται σε λεπτές επιστρώσεις σε διάφορα υλικά, είναι δυνατή η κατασκευή εύκαμπτων, σταθερής μορφής, ή ασυνήθιστου μεγέθους πλαισίων. Ωστόσο, τα πλαίσια thin-film υστερούν πολύ σε απόδοση (5-7%).




Εικόνα 38: Παράδειγμα εύκαμπτου φωτοβολταϊκού τεχνολογίας CIGS (thin film)

4.5.4 Υβριδικές κυψέλες

Προκειμένου να επιτευχθούν υψηλότερες αποδόσεις των φ/β πλαισίων, χρησιμοποιώντας τα ήδη υπάρχοντα υλικά και διαδικασίες, έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες στη χρήση υβριδικών δομών, δηλ. σύνδεση κυψελών με διαφορετικά χαρακτηριστικά απορρόφησης φωτός.

Το πλεονεκτήματα της χρήσης μιας τέτοιας δομής είναι ο υψηλός βαθμός απόδοσης, που μπορεί να φτάνει το 18%, οπότε απαιτείται μικρότερη επιφάνεια για ίδια εγκατεστημένη ισχύ. Επίσης διατηρούν υψηλή απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες αλλά και στη διαχεόμενη ακτινοβολία, καθώς έχουν την δυνατότητα να απορροφούν το φως σε μια πιο ευρεία φασματική περιοχή.

Πίνακας 1: Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών

Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών			
ΤΥΠΟΣ	'Λεπού υμενίου' ή 'Thin Film'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά
Εμφάνιση			
Απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας	a-Si: 4,5-6,5% μ-Si: 8-9% CIS-CIGS: 6-12% CdTe: 6-11%	11-16%	11-19%
Επιφάνεια ανά kWp	9-25 m ²	7-9 m ²	5,5-9 m ²

Πλεονεκτήματα Φωτοβολταϊκών συστημάτων

- Λειτουργούν αθόρυβα, καθαρά, χωρίς κατάλοιπα, αποφεύγοντας τη μόλυνση του περιβάλλοντος.
- Λειτουργούν χωρίς κινητά μέρη, με ελάχιστη συντήρηση.
- Λειτουργούν χωρίς καύσιμα.
- Λειτουργούν και με νεφελώδη ουρανό (διάχυτη ακτινοβολία).
- Δεν χρησιμοποιούν υγρά ή αέρια σε αντίθεση με τα θερμικά συστήματα.
- Κατασκευάζονται από πυρίτιο, ένα από τα πλέον εν αφθονία στοιχεία.
- Πλέον αποδοτικά σε χαμηλές θερμοκρασίες.
- Έχουν γρήγορη απόκριση σε ξαφνικές μεταβολές της ηλιοφάνειας.

- Αν ένα κομμάτι πάθει βλάβη το σύστημα συνεχίζει τη λειτουργία του μέχρι την αντικατάστασή του.
- Μεγάλες δυνατότητες σε μια ευρεία περιοχή ισχύων (από mW μέχρι MW).
- Έχουν μεγάλο λόγο ισχύος/βάρος επομένως κατάλληλα για εγκατάσταση σε στέγες.
- Είναι κατάλληλα για επιτόπιες εφαρμογές όπου δεν υπάρχει ή δε συμφέρει η επέκταση του ηλεκτρικού δικτύου.
- Είναι δυνατόν να συναρμολογηθούν τυποποιημένα στοιχεία μαζικής παραγωγής σε σύστημα οποιουδήποτε μεγέθους (και βαθμό απόδοσης πρακτικά ανεξάρτητο του μεγέθους) για να καλύψουν μικρές, μέσες και μεγάλες ενεργειακές ανάγκες.

Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών συστημάτων

- Το σχετικά υψηλό κόστος αγοράς και η έλλειψη επιδοτήσεων ήταν ως πριν λίγο ο κυριότερος λόγος για τη στασιμότητα της ελληνικής αγοράς φ/β, (π.χ. η έλλειψη επιχορήγησης για τον οικιακό καταναλωτή, έλλειψη επιχορήγησης της παραγόμενης φ/β kWh).
- Τα φωτοβολταϊκά, όπως άλλωστε και όλες οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), έχουν υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης και ασήμαντο λειτουργικό κόστος, αντίθετα με τις συμβατικές ενεργειακές τεχνολογίες που συνήθως έχουν σχετικά μικρότερο αρχικό επενδυτικό κόστος και υψηλά λειτουργικά κόστη. Το κλίμα αυτό όμως τώρα αλλάζει δραματικά. Πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει τα τελευταία χρόνια σημαντικά προγράμματα ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών, με γενναίες επιδοτήσεις τόσο της αγοράς και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών, όσο και της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας.
- Ο απαραίτητος περιοδικός καθαρισμός της επιφάνειας των φωτοβολταϊκών πλαισίων με απορρυπαντικό για να αποφευχθεί η μείωση της απόδοσης από τη ρύπανση (αιθάλη, σκόνη, αλάτι θαλάσσης κτλ).
- Υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των φωτοβολταϊκών με ανεμογεννήτριες και συμβατικές

μηχανές παραγωγής λόγω ετεροχρονισμού φορτίου και παραγωγής.

4.6 Εφαρμογές Φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα Φ/Β συστήματα απευθύνονται σε περιοχές εφαρμογών , όπου το σχετικά υψηλό κόστος τους δεν αποτελεί σημαντικό εμπόδιο.

Οι εφαρμογές αυτές συνήθως χαρακτηρίζονται από:

- Χαμηλές ενεργειακές ανάγκες.
- Έλλειψη εναλλακτικών τρόπων παροχής ενέργειας ή όπου υπάρχουν, αυτοί είναι πολύ ακριβοί (π.χ. σύνδεση με ένα απομακρυσμένο δίκτυο).
- Απαιτήσεις υψηλής αξιοπιστίας ή και χαμηλές ανάγκες συντήρησης.

Σαν κυριότερες κατηγορίες εφαρμογών Φ/Β συστημάτων μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

α) Καταναλωτικά προϊόντα (0,001– 100 Wp)

Τα συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο ή σε τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής, κ.λπ. , για την εξυπηρέτηση αναγκών φωτισμού και ψύξης και για προϊόντα όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φανοί κ.ά.

β) Αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (100Wp – 200 kWp)

Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Ακόμη χρησιμοποιούνται για:

- Αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού.
- Φωτισμό (δρόμων , πάρκων , αεροδρομίων).
- Συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού.
- Συστήματα σηματοδότησης (οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας).
- Ψύξη (αγροτικών προϊόντων , φαρμάκων κ.λπ.).

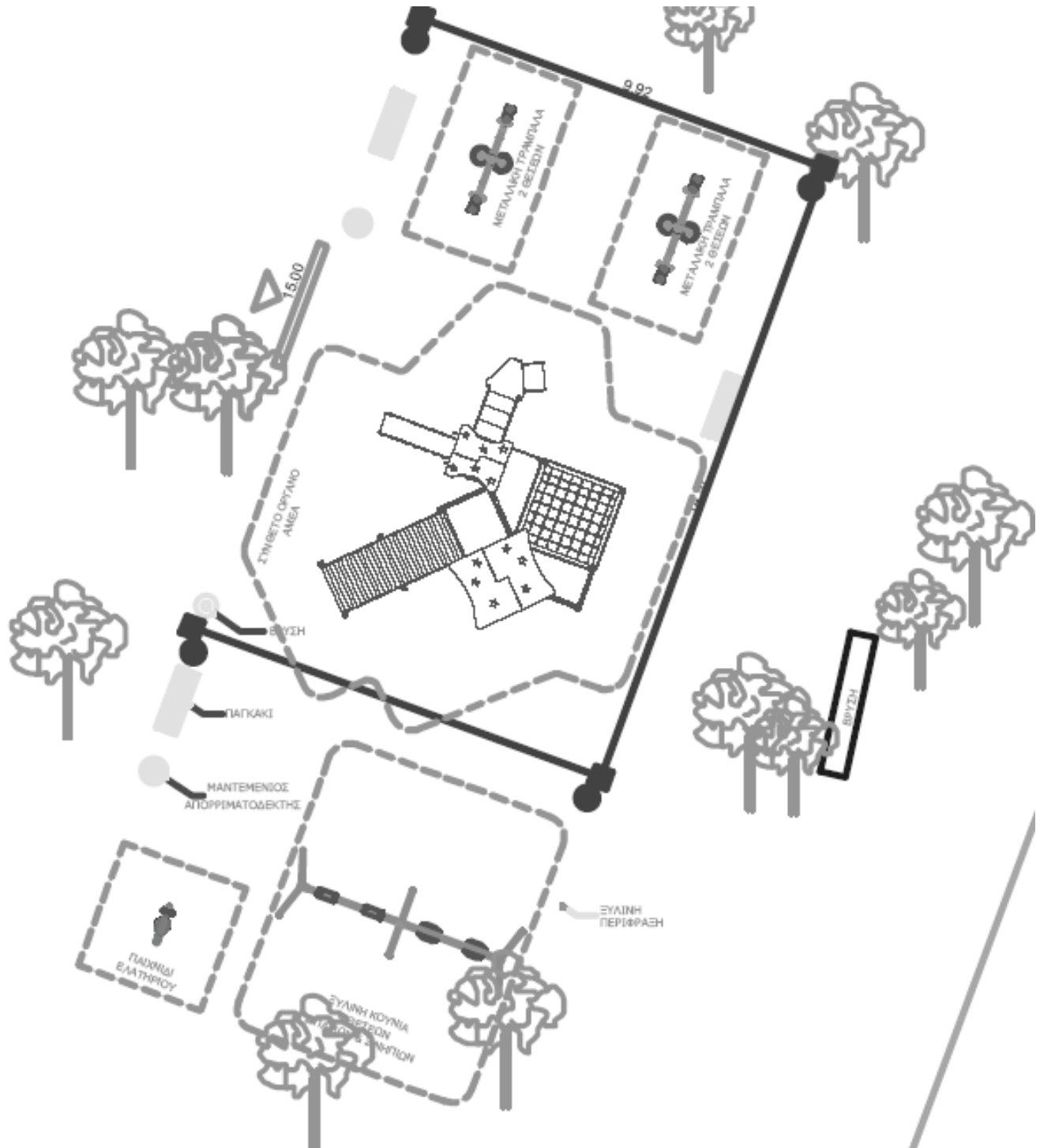
γ) Συστήματα συνδεδεμένα με το δίκτυο (200 kWp - αρκετά MWp)

Στην κατηγορία αυτή, που σύμφωνα με τις συμβατικές θεωρήσεις προς το παρόν δεν αξιολογείται σαν οικονομικά βιώσιμη, διακρίνονται δύο κατηγορίες συστημάτων.

- Φ/Β συστήματα μεγέθους έως μερικών εκατοντάδων kWp που τροφοδοτούν κατοικίες, συγκροτήματα κατοικιών ή άλλα κτίρια και όπου η τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια τροφοδοτείται (πωλείται) προς το δίκτυο.
- Φ/Β σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπου η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο. Για τα Φ/Β συστήματα που αναρτώνται σε κτίρια (σε προσόψεις, οροφές κ.λπ.), σε σύνδεση με το δίκτυο, τελευταία έχει εκδηλωθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

Ο χώρος της παιδικής χαράς φαίνεται παρακάτω



Εικόνα 39: Κάτοψη της παιδικής χαράς

Το πλάτος του (μαζί με το χώρο της βρύσης) είναι περίπου 15μέτρα και το μήκος του (μαζί με την ξύλινη περίφραξη που περιλαμβάνει τις κούνιες και το χώρο με το παιχνίδι ελατηρίου) είναι περίπου 20μέτρα. Υπάρχει δηλαδή μια έκταση 200 τ.μ. για να καλυφθεί και να λειτουργεί με βιοκλιματικούς όρους. Οι προτάσεις για το σχεδιασμό του χώρου φαίνονται παρακάτω.

5.1 Ηλιακά στέγαστρα

Θα κατασκευαστούν ηλιακά στέγαστρα. Παρόμοιες εφαρμογές στην Ελλάδα συναντάμε στην πόλη των Τρικάλων. Έχει αναπτυχθεί ένα “ηλιακό δέντρο” το οποίο τροφοδοτεί μια πρίζα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για φόρτιση ηλεκτρικού αναπηρικού αμαξιδίου



Εικόνα 40: Το «ηλιακό δέντρο» στην πόλη των Τρικάλων



Εικόνα 41:Λεπτομέρεια με πρίζα φόρτισης

Στο εξωτερικό και συγκεκριμένα στις ΗΠΑ, θέσεις φόρτισης κινητών τηλεφώνων και φορητών υπολογιστών είναι ευρέως διαδεδομένες



Εικόνα 42:Ηλιακό κίосκι με πρίζες φόρτισης



Εικόνα 43: Σημείο φόρτισης σε πλήρη χρήση

Για το συγκεκριμένο χώρο προτείνεται η παρακάτω κατασκευή. Πρόκειται για ένα ηλιακό στέγαστρο πολλαπλών χρήσεων



Εικόνα 44: Το προτεινόμενο ηλιακό κιόσκι

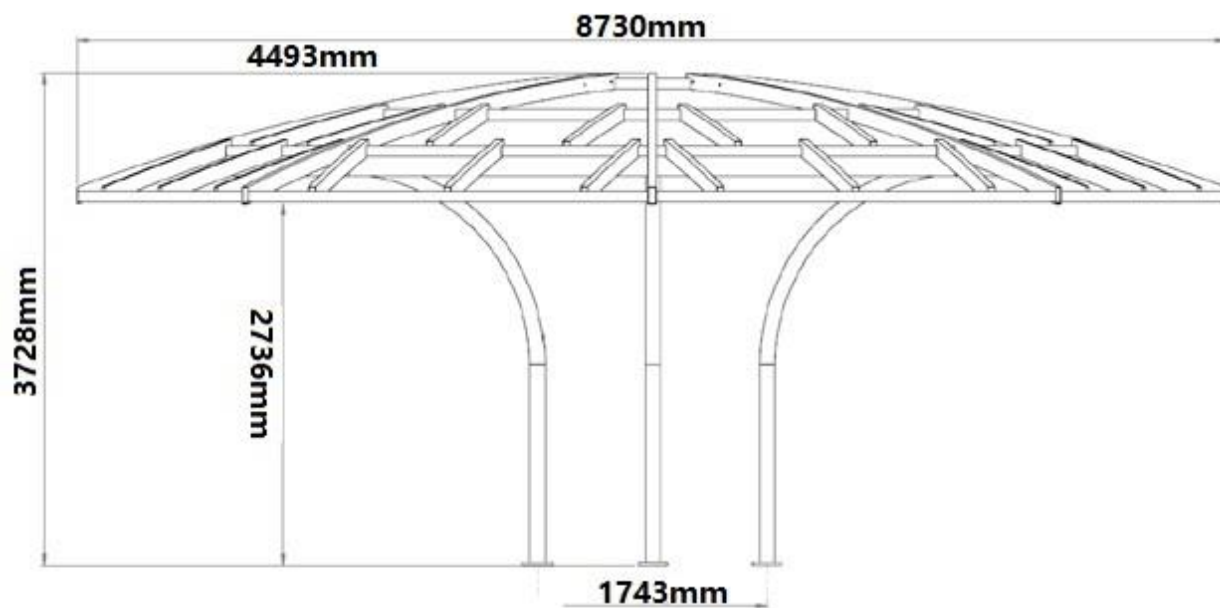


Εικόνα 45: Το προτεινόμενο ηλιακό κίосκι φωτισμένο

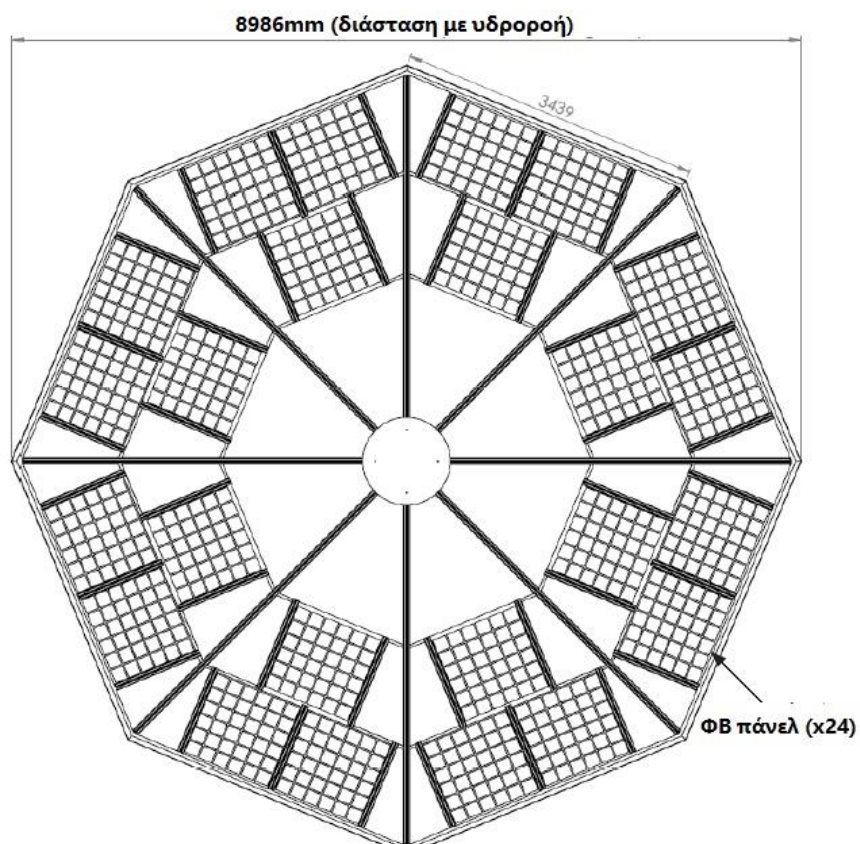


Εικόνα 46: Λεπτομέρεια του θόλου

Οι διαστάσεις του στεγάστρου φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

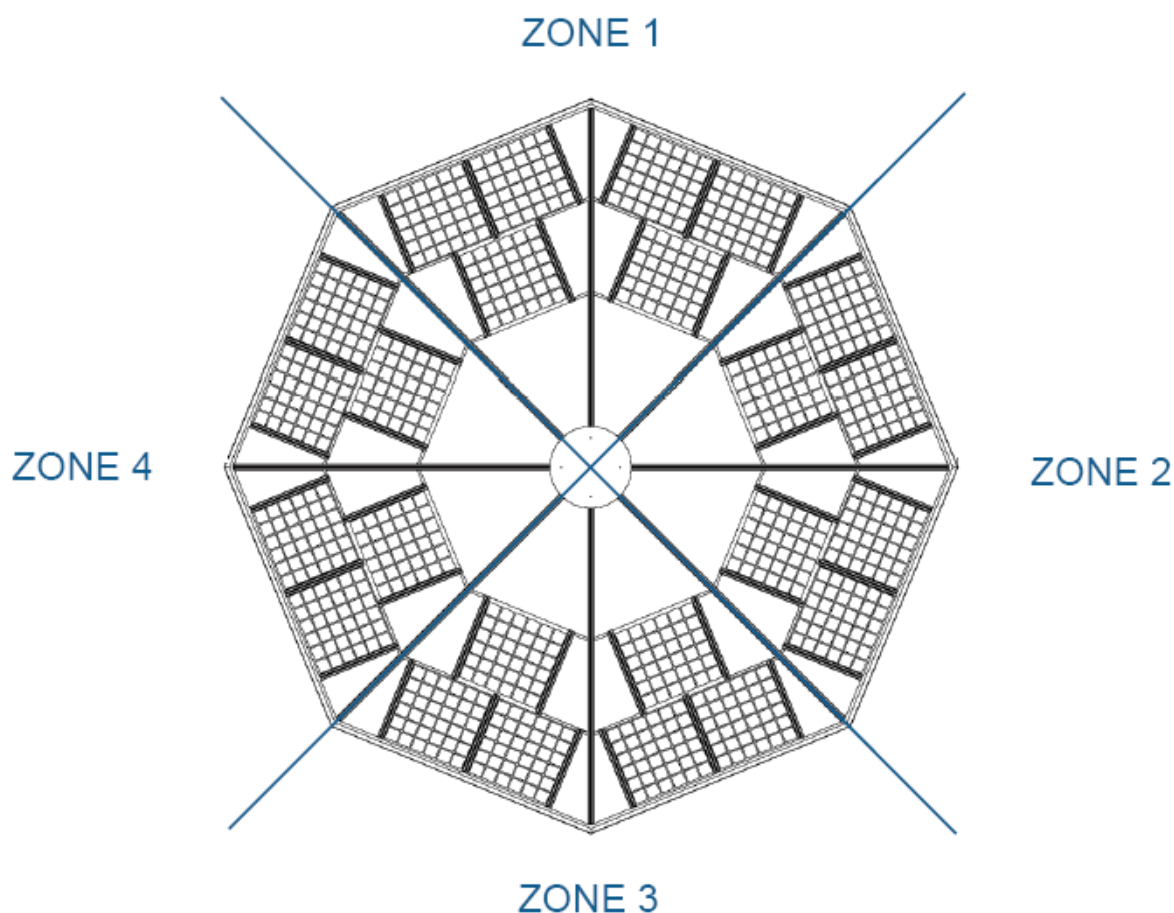


Εικόνα 47: Πλάγια όψη



Εικόνα 48: Διαστάσεις θόλου

Η επιφάνεια που καταλαμβάνουν είναι περίπου 20 τ.μ (Όπως προκύπτει και από την κάτοψη). Για το λόγο αυτό προτείνεται η τοποθέτηση τεσσάρων στεγάστρων, ένα στη μέση κάθε διάστασης της παιδικής χαράς.



Εικόνα 49: Τα πάνελ είναι μοιρασμένα σε τέσσερις αυτόνομες ζώνες με βάση τον προσανατολισμό τους ώστε η πρόσπτωση της ηλιακής ενέργειας να είναι ομοιογενής

Ο θόλος αποτελείται από 24 ΦΒ πάνελ, ισχύος 155 Wp το καθένα, αποδίδοντας όλα μαζί ισχύ 3720 Wp. Τα πάνελ είναι μοιρασμένα σε τέσσερις αυτόνομες ζώνες με βάση τον προσανατολισμό τους ώστε η πρόσπτωση της ηλιακής ενέργειας να είναι ομοιογενής. Έτσι κάθε ζώνη είναι αυτόνομη και παράγει ηλεκτρική ενέργεια ανεξάρτητα από τις

άλλες ζώνες. Κάθε ζώνη αποτελείται από ομάδα 6 πάνελ και κάθε ομάδα συνδέεται σε έναν inverter ισχύος 1 kWp. Επίσης οι τέσσερις inverters ενώνονται σε ηλεκτρικό κουτί DC/AC και είναι συνδεδεμένοι με το δίκτυο. Επιπρόσθετα είναι συνδεδεμένοι και σε μπαταρία.

Από την ισχύ των 3720 W, θα τροφοδοτηθούν

- πρίζες στα στέγαστρα που θα χρησιμοποιούνται για φόρτιση κινητών τηλεφώνων, φορητών υπολογιστών και ηλεκτρικών αναπηρικών αμαξιδίων
- Μονάδες θέρμανσης/ κλιματισμού για τη δημιουργία ευχάριστου περιβάλλοντος κάτω και περίξ των στεγάστρων (ζέστη το χειμώνα, δροσιά το καλοκαίρι)
- Ανεμιστήρες υδρονέφωσης
- Ο φωτισμός της πλατείας

Ακολουθεί ανάλυση των παραπάνω στοιχείων

5.2 Μονάδα κλιματισμού και θέρμανσης

Η μονάδα για κλιματισμό και θέρμανση είναι η ακόλουθη

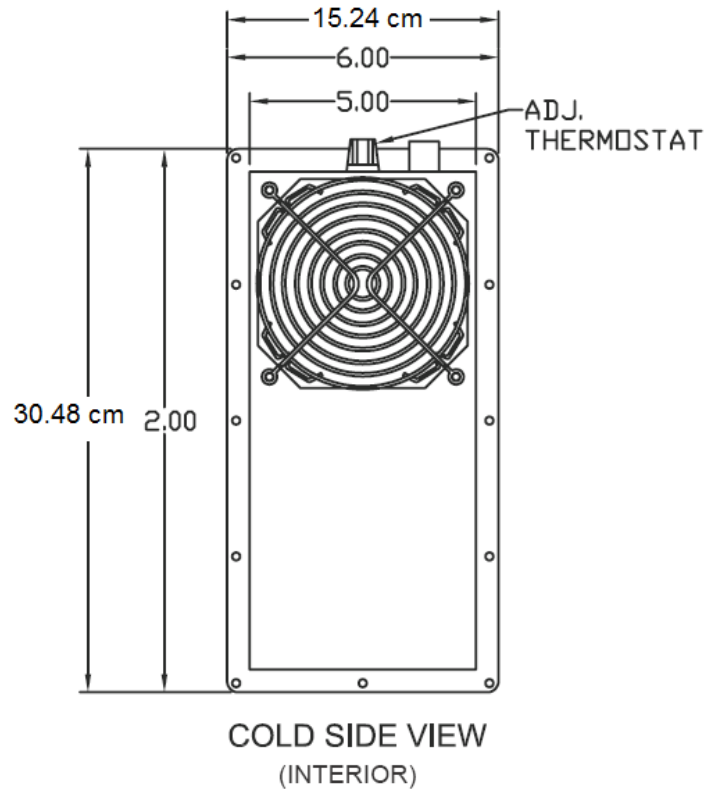
THERMOTEC™ 140B Series - 400 BTU (AC) Thermoelectric Air Conditioner



- 400 BTU/HR Cooling
- Heating Capability Available
- NEMA 4X (Indoor/Outdoor) Applications
- Vertical or Horizontal (Top) Mounting
- 120 VAC Power (240 VAC Optional)
- 12" H x 6" W Mounting Flange
- Patented Design
- Made in USA

Εικόνα 50: Η επιλεγμένη μονάδα για κλιματισμό και θέρμανση

Είναι κατάλληλη για χρήση σε εξωτερικούς χώρους, δέχεται τροφοδοσία 240V και οι διαστάσεις της είναι μόλις 30 cm × 15 cm περίπου, ιδανικές για τοποθέτηση κάτω από το έδαφος.



Εικόνα 51: Οι διαστάσεις της μονάδας θέρμανσης/κλιματισμού

Τα τεχνικά της χαρακτηριστικά είναι

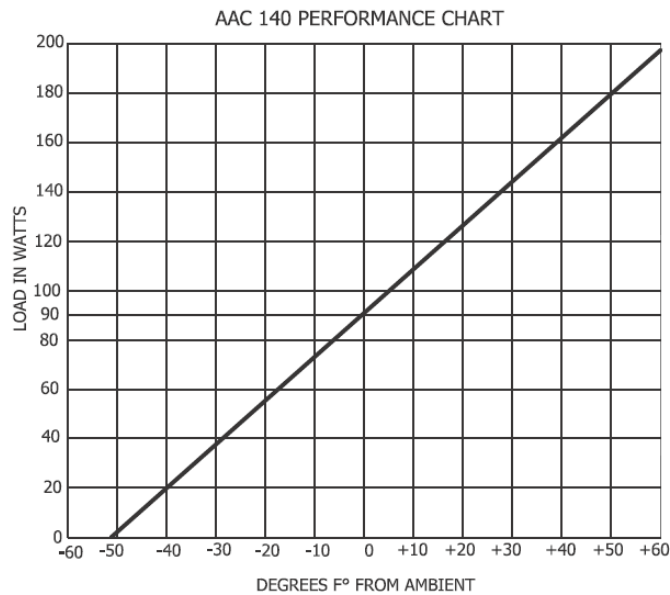
Πίνακας 2 : Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας θέρμανσης/κλιματισμού

Specifications	
Capacity	400 BTU/HR
Type	Through-mount (flush-mount optional)
Rating	NEMA 12, 4 or 4X
Construction	Stainless steel (covers and mounting flange)
Size	11"H x 5"W x 7"D body 12"H x 6"W mounting flange
Operating Range	Up to 140 degrees F (high ambient models available)
Temperature Control	Adjustable thermostat
Power	120 VAC, 50/60 Hz @ 2 AMPS 240 VAC, 50/60 Hz @ 1.5 AMPS optional
Features	Integral power supply and circuit breaker
Includes	Mounting hardware, gasket and manual
Weight	16 lbs
Warranty	One year

Η θερμαντική ικανότητα της μονάδας φαίνεται στο ακόλουθο διάγραμμα. Η καταναλισκόμενη ισχύς της φτάνει μόλις τα 200 W σε θερμοκρασία 120°F δηλαδή 60°C, θερμοκρασία ανέφικτη για τις κλιματολογικές συνθήκες της Καλαμάτας. Το γεγονός αυτό συνεπάγεται ότι η καταναλισκόμενη ισχύς της μονάδας θα είναι συνήθως μικρότερη από

200 W, τα οποία πάντως θα λάβουμε υπόψη προκειμένου να υπολογισθεί η απαιτούμενη ισχύς

Thermal Performance



Based on ambient temp of 120° F

Εικόνα 52: Η θερμαντική ικανότητα της μονάδας

Θα χρησιμοποιηθούν 2 θερμαντικές μονάδες σε κάθε στέγαστρο. Οπότε η ισχύς τους θα είναι

$$P_{\text{ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ}} = 2 \cdot 4 \cdot 200 = 1600 \text{ WATT}$$

5.3 Φωτισμός της παιδικής χαράς

Για τον φωτισμό της παιδικής χαράς μπορεί να επιλεγθεί ένα από τα παρακάτω φωτιστικά τα οποία ταιριάζουν και με το ύφος του χώρου



Εικόνα 53: Προτεινόμενο φωτιστικό της παιδικής χαράς



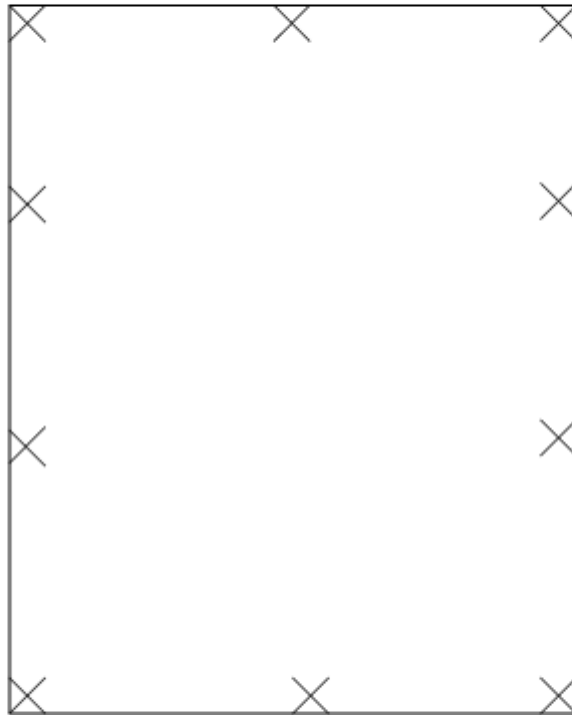
Εικόνα 54: Προτεινόμενο φωτιστικό της παιδικής χαράς

Η κατασκευάστρια εταιρεία δίνει τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά όσον αφορά τους λαμπτήρες που είναι δυνατόν να τοποθετηθούν στα φωτιστικά σώματα

Πίνακας 3: Τεχνικές προδιαγραφές λαμπτήρων των φωτιστικών σωμάτων

Modelli / Models											
nr. LED	Type	Current [mA]	Power [W]	nr. LED	Type	Current [mA]	Power [W]	nr. LED	Type	Current [mA]	Power [W]
				20	R	350	22	30	R	350	34
10	R	550	18	20	R	550	35	30	R	550	53
10	R	700	23	20	R	700	44	30	R	700	65

Αν από τον παραπάνω πίνακα, αν επιλέξουμε τον πιο ισχυρό λαμπτήρα, η ισχύς του είναι μόλις 65W.



Εικόνα 55:Κάτοψη της παιδικής χαράς με τις θέσεις τοποθέτησης των φωτιστικών

Θα τοποθετηθούν 10 λαμπτήρες περιμετρικά της παιδικής χαράς, ένας σε κάθε γωνία και από ένας ανά 7 μέτρα περίπου. Οπότε η ισχύς των λαμπτήρων θα είναι: $P_{\text{ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ}} = 10 \cdot 65 = 650 \text{ WATT}$

5.3.1 Εναλλακτική πρόταση

Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η ισχύς των φωτιστικών σωμάτων για άλλη χρήση (ενδεχομένως περισσότερη ισχύ στις πρίζες φόρτισης ή/και φωτισμός σε σημεία του υποστέγου) είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί το παρακάτω ηλιακό φωτιστικό το οποίο διαθέτει ενσωματωμένο ΦΒ πάνελ και αυτονομία 7 ημερών. Έτσι και σε περιπτώσεις παρατεταμένης συνεφιάς και γενικότερα κακοκαιρίας, ο φωτισμός της πλατείας θα είναι εξασφαλισμένος.



Ηλιακό φωτιστικό για δρόμους H956 Solar powered street lighting system

Ηλιακή κολώνα φωτισμού, ιδανική για δρόμους, πλατείες, πάρκα, λιμάνια, μεγάλους δημόσιους χώρους, απομακρυσμένους επαρχιακούς δρόμους αγροτικών περιοχών. Τοποθετείται σε κολώνα 4 μέτρων.

Με 360 LED υψηλής φωτεινότητας 5mm/1500mcd. Με πλήρως φορτιζόμενη μπαταρία με αυτονομία 7 ημερών. Ανάβει αυτόματα τη νύχτα. Διαθέτει στιβαρή κατασκευή και είναι εύκολη στην τοποθέτηση.

(Η αναγραφόμενη τιμή δε συμπεριλαμβάνει το στύλο)

Εικόνα 56:Το ηλιακό φωτιστικό

5.4 Ανεμιστήρες Υδρονέφωσης

Επίσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες αντί για την μονάδα κλιματισμού είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν συστήματα υδρονέφωσης. Παρακάτω φαίνεται ένας ανεμιστήρας υδρονέφωσης



Εικόνα 57: Ο ανεμιστήρας υδρονέφωσης

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ανεμιστήρα είναι τα ακόλουθα

Πίνακας 4: Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ανεμιστήρα υδρονέφωσης

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Ανεμιστήρας: Ακτινωτός 360°
- Τάση: 230V
- Συχνότητα: 50Hz
- Ισχύς: 96W
- Αριθμός μπεκ: 6

Αν χρησιμοποιηθούν ανεμιστήρες (δύο σε κάθε στέγαστρο) κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, η ισχύς τους θα είναι

$$P_{\text{ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ}} = 2 \cdot 4 \cdot 96 = 768 \text{ WATT}$$

5.5 Συμπεράσματα

Πίνακας 5: Κατανομή της παραγόμενης ισχύος κατά τους χειμερινούς μήνες

Προσφερόμενη ισχύς	Φωτοβολταϊκή συστοιχία	3720W
Καταναλισκόμενη ισχύς	Σύστημα κλιματισμού/θέρμανσης	1600 W
	Φωτισμός πλατείας	650W
	Πρίζες φόρτισης	1470 W

Πίνακας 6: Κατανομή της παραγόμενης ισχύος κατά τους θερινούς μήνες

Προσφερόμενη ισχύς	Φωτοβολταϊκή συστοιχία	3720W
Καταναλισκόμενη ισχύς	Ανεμιστήρας υδρονέφωσης	768 W
	Φωτισμός πλατείας	650W
	Πρίζες φόρτισης	2300 W

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <https://www.2es.fr/wp-content/uploads/2016/10/Kiosun-Technical-description.pdf>
- <https://eclass.hua.gr/modules/document/file.php/OIK255/12-%CE%92%CE%99%CE%9F%CE%9A%CE%9B%CE%99%CE%9C%CE%91%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F%CE%A3%20%CE%A3%CE%A7%CE%95%CE%94%CE%99%CE%91%CE%A3%CE%9C%CE%9F%CE%A3%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%92%CE%99%CE%A9%CE%A3%CE%99%CE%9C%CE%97%20%CE%91%CE%9D%CE%91%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%9E%CE%97.pdf>
- <http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/3729/1/%CE%A3%CE%A5%CE%9D%CE%91%CE%A0%CE%91%CE%9B%CE%9F%CE%A5%20%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%95%CE%A1%CE%99%CE%9D%CE%91.pdf>
- <http://ikee.lib.auth.gr/record/128570/files/GRI-2012-8089.pdf>
- http://library.tee.gr/digital/m2465/m2465_sinnefa.pdf
- http://www.citybranding.gr/2013/04/blog-post_11.html
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%AF%CE%B4%CE%B1
- https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0ahUKEwipy6-4YTYAhXmHJoKHd3wDQEQFghHMAU&url=http%3A%2F%2Fnemertes.lis.upatras.gr%2Fjspui%2Fbitstream%2F10889%2F9169%2F3%2FGiannopoulou%2528aer%2529.pdf&usg=AOvVaw3yXhDHixKk0_yixigPCiBa
- http://www.teidasoponias.gr/site/news/xtra/morfologia/iliaki_aktinovolia.pdf
- <https://openclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/ME-ID107/%CE%95%CE%BD%CF%8C%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B1%201%20%CE%A5%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CE%AF%20%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CF%82%20%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1%CF%82.pdf>
- http://www.energia.gr/entries.asp?en_id=1305
- <http://greenmindset.cti.gr/principle>
- <http://greenmindset.cti.gr/mainparts>

- <http://www.solar-systems.gr/solar-panel-pv-1.html>
- <http://reviews.in.gr/agro/environment/article/?aid=1231120356>
- https://xaidarisimera.blogspot.gr/2012/10/blog-post_15.html
- http://www.eng.ucy.ac.cy/aprodromou/courses/mmk312/download/MMK312_L1.pdf
- http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/%CE%9A%CE%B5%CF%86%CE%AC%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF1-%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1.pdf
- [http://www.mcit.gov.cy/mcit/EnergySe.nsf/All/0F004D0EBF2D6F2DC22581D9002F4D3E/\\$file/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%83%CE%B7%20%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3_%20%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BB%20%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CF%80%CE%B5%CF%81%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BF%CF%87_2015.pdf](http://www.mcit.gov.cy/mcit/EnergySe.nsf/All/0F004D0EBF2D6F2DC22581D9002F4D3E/$file/%CE%A0%CE%B1%CF%81%CE%BF%CF%85%CF%83%CE%AF%CE%B1%CF%83%CE%B7%20%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3_%20%CF%83%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%B5%CE%BB%20%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CF%80%CE%B5%CF%81%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BF%CF%87_2015.pdf)
- http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos.htm
- http://www.cres.gr/kape/Scientific_Guide_19_7.pdf
- https://www.irantousis.gr/01_TEXNOLOGIA_A! TAKSIS/04_grapti_ergasia_a/27_fotovoltaiki_katoikia.pdf
- <http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/1401/1/012009132.pdf>
- http://okeanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1204/hlg_00811.pdf?sequence=1
- http://index.lib.teithe.gr:8080/bitstream/handle/10184/6229/Chatziantoniou_Chrisikou.pdf?sequence=2
- https://46dc30c7-a-62cb3a1a-sites.googlegroups.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/anartesechoristitlo/Desktop_00002.gif?attachauth=ANoY7coInbK0tYU_3ZiZXVPBYeDHXsurwGkAddBz89V4F48Lx5bDmW-ifn8xA2ksprFgsXYGOywj2vk-nETaTrSrNuWyh9ErXK8RREjZcP_Wqf2De-c0lqKwTgVSf0NtHjBvAa9a1SVEn5WnSJG90M6qv99liGoopi0L456FREh5jMwQandhtxd9R-7KCEW2wtgV-z7_P2JX1sKRmDy-kvpe4bOxbJYb9gpeBAwOLfAAEldNBHjs-onr-p4q48P-taPhFiyuNaq2Mq4_Q4VQbH5Eo1HePMT3zQ%3D%3D&attredirects=0

- <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/3-pathetika-eliaka-systemata-thermanses?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>
- http://library.tee.gr/digital/m2465/m2465_sinnefa.pdf
- <http://www.thestival.gr/policy/self-government/item/231670-syntrivania-prasino-ypaithrioi-anemistires-kai-alles-omorfies-stin-anaplasmeni-plateia-xrimatistiriou-foto-video#null>
- <http://pega-urban.uth.gr/μαθήματα/βιοκλιματικός-σχεδιασμός-αστικών-υπ/>
- <http://www.thermoseal.gr/index.php/en/psyxra-ylika>
- <http://www.cerc.co.uk/environmental-software/ADMS-Urban-model/data.html>