

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»

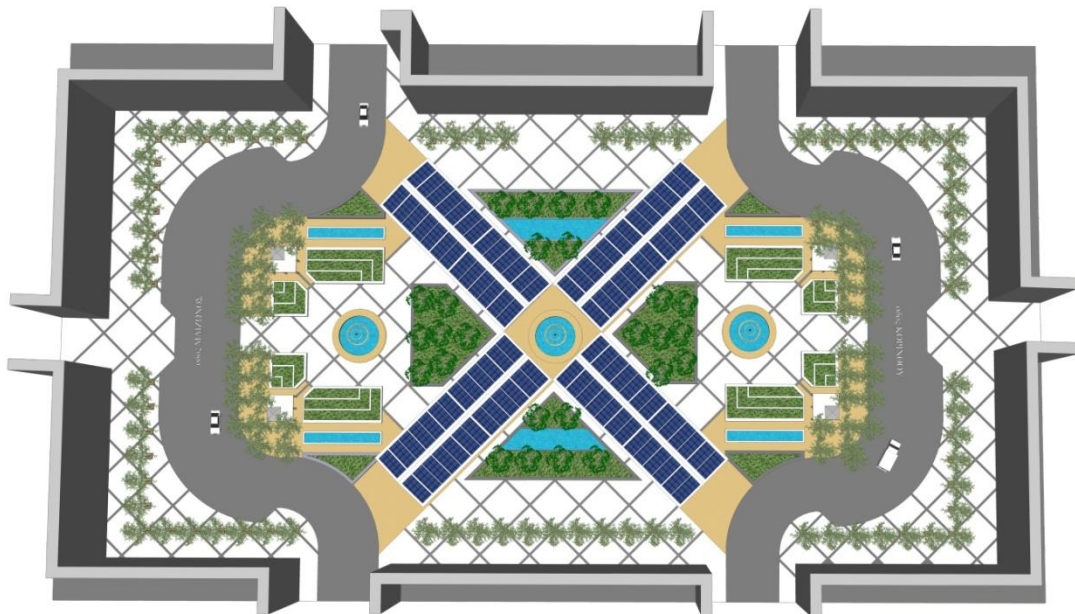
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

## ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΠΑΙΘΡΙΩΝ ΧΩΡΩΝ

## ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Μελέτη περίπτωσης: Ανάπλαση της πλατεία Γεωργίου

στην Πάτρα



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΑΓΓΕΛΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Διονύσιος Ρουμπιέν

ΠΑΤΡΑ 2015



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Διπλωματική Εργασία που εκπονήθηκε στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας, με τίτλο: «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Υπαίθριων Χώρων με την χρήση Φωτοβολταϊκών Στοιχείων. Μελέτη περίπτωσης: Ανάπλαση της πλατείας Γεωργίου στην Πάτρα».

Η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία έχει σαν αντικείμενο ζητήματα που αφορούν στον Περιβαλλοντικό και Βιοκλιματικό Σχεδιασμό των υπαίθριων χώρων του αστικού ιστού και στην διερεύνηση των μεθόδων ανασχεδιασμού των αστικών περιοχών με περιβαλλοντικές παραμέτρους.

Στοχεύει στην ανάδειξη της συμβολής του Βιοκλιματικού – Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού των Αστικών Υπαίθριων Χώρων ως πρωταρχικού παράγοντα για την βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών του ιστού της πόλης και επομένως για την ποιότητα του αστικού περιβάλλοντος.

Μέσα από βιβλιογραφική έρευνα εξετάζονται παραδείγματα ανάπλασης Αστικών Υπαίθριων Χώρων από το διεθνή και ελληνικό χώρο και προτείνεται η ανάπλαση της πλατείας Γεωργίου στην Πάτρα μετά από ανάλυση της περιοχής και εντοπισμού των προβλημάτων της.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Διονύσιο Ρουμπιέν, Καθηγητή του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Αγγέλης Ανδρέας

Μάιος 2016

**Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή:** Ο κάτωθι υπογεγραμμένος φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο φοιτητής  
(Ονοματεπώνυμο)

.....  
(Υπογραφή)





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι αστικοί ανοικτοί χώροι αποτελούν διαχρονικά κέντρα αναφοράς της κοινωνικής ζωής των πόλεων και χώρους συναναστροφής των κοινωνικών ομάδων. Συνιστούν δηλαδή χώρους καθοριστικούς για τη λειτουργική επάρκεια των πόλεων και χώρους υποδοχής των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος μέσα σ' αυτές.

Στη σύγχρονη εποχή τόσο οι διαμορφώσεις των αστικών δομών που αλλοιώνουν τις φυσικές ιδιότητες του δομημένου περιβάλλοντος έναντι αυτών του φυσικού όσο και η θερμότητα που εκλύεται ανθρωπογενώς, μεταβάλλουν τις μικροκλιματικές συνθήκες των πόλεων. Οι αλλαγές αυτές αποτυπώνονται ιδιαίτερα έντονα στους αστικούς ανοικτούς χώρους. Η επιβάρυνση των μικροκλιματικών συνθηκών των ανοικτών χώρων επηρεάζει δυσμενώς τις συνθήκες άνεσης των χρηστών και υπονομεύει το λειτουργικό και κοινωνικό τους ρόλο.

Η εφαρμογή βιοκλιματικών αρχών στο σχεδιασμό των ανοικτών χώρων στο αστικό περιβάλλον στοχεύει στη βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών τους και την ενίσχυση του ρόλου τους μέσα στη σύγχρονη πόλη. Μέσα από βιβλιογραφική έρευνα εξετάζονται παραδείγματα ανάπλασης Αστικών Υπαίθριων Χώρων από το διεθνή και ελληνικό χώρο και προτείνεται η ανάπλαση της πλατείας Γεωργίου στην Πάτρα μετά από ανάλυση της περιοχής και εντοπισμού των προβλημάτων της.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε δυο ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται το θεωρητικό μέρος της διπλωματικής που αφορά τον Βιοκλιματικό Σχεδιασμό των Υπαίθριων Χώρων και περιλαμβάνει εννέα Κεφάλαια. Στην δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται η μελέτη ανάπλασης της πλατείας Γεωργίου στην Πάτρα με βιοκλιματικά χαρακτηριστικά και περιλαμβάνει πέντε κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο της πρώτης ενότητας παρουσιάζεται ο ορισμός του δημόσιου υπαίθριου χώρου, οι κατηγορίες του, τα αίτια επανασχεδιασμού του, οι σύνθετοι τύποι διαμορφώσεων των ανοικτών χώρων και στο τέλος οι στόχοι του επανασχεδιασμού των πλατειών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της πρώτης ενότητας παρουσιάζεται ο ορισμός του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού των Υπαίθριων Χώρων, τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι δημόσιοι χώροι, οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική και τα μέσα βελτίωσης του αστικού μικροκλίματος.

Στο τρίτο και στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το φαινόμενο της θερμικής νήσου και της αστικής χαράδρας αντίστοιχα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο της πρώτης ενότητας παρουσιάζονται τα πεδία μελέτης του βιοκλιματικού σχεδιασμού για τους υπαίθριους χώρους, τα οποία είναι:

- Ο ηλιασμός και η ηλιοπροστασία.
- Η ανάλυση συστήματος ψύξης – θέρμανσης των επιφανειών.
- Ο φυσικός δροσισμός.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι συνθήκες άνεσης όπως η θερμική, η οπτική και η ακουστική άνεση και πως επιδρούν στον άνθρωπο.

Στο έβδομο κεφάλαιο της πρώτης ενότητας παρουσιάζεται ο ορισμός των φωτοβολταϊκών συστημάτων, η αρχή λειτουργίας τους, οι κατηγορίες και τέλος τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Στο έβδομο κεφάλαιο της πρώτης ενότητας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που αφορούν τον Βιοκλιματικό Σχεδιασμό των Υπαίθριων Χώρων.

Στην δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται η μελέτη ανάπλασης της πλατείας Γεωργίου στην Πάτρα. Η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνει τα εξής κεφάλαια:

- Η Πάτρα σήμερα.  
Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Πάτρας, τον γεωγραφικό προσδιορισμό και τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής.
- Η περιοχή μελέτης (Πλατεία Γεωργίου).  
Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει την ιστορική αναδρομή της πλατείας, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της και τα προβλήματα που αντιμετωπίζει.
- Προτεινόμενες επεμβάσεις στην πλατεία Γεωργίου.
- Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις της βιοκλιματικής επέμβασης στην πλατεία Γεωργίου.
- Συμπεράσματα.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος	ii
Περίληψη	iv
Περιεχόμενα	vi

### ΠΡΩΤΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

<b>1. Υπαίθριοι Χώροι</b>	1
1.1 Εισαγωγή (Δημόσιοι Υπαίθριοι Χώροι)	3
1.2 Κατηγορίες Υπαίθριων Χώρων	3
1.3 Αίτια επανασχεδιασμού των υπαίθριων χώρων	4
1.4 Σύνθετοι τύποι διαμορφώσεων των ανοικτών χώρων	5
1.5 Οι στόχοι του επανασχεδιασμού των πλατειών	6
<b>2. Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων χώρων</b>	7
2.1 Ορισμός	7
2.2 Αειφόρος ανάπτυξη	8
2.3 Ποια προβλήματα αντιμετωπίζει;	10
2.4 Παράμετροι που λαμβάνονται υπ' όψιν στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική	11
2.5 Περιβαλλοντικός και Βιοκλιματικός Σχεδιασμός των Υπαίθριων Χώρων	13
2.6 Τα μέσα βελτίωσης του αστικού μικροκλίματος	15
<b>3. Φαινόμενο θερμικής νήσου</b>	19
<b>4. Φαινόμενο Αστικής Χαράδρας</b>	21
<b>5. Πεδία μελέτης του βιοκλιματικού σχεδιασμού για τους υπαίθριους χώρους</b>	25
<b>5.1 Ο Ηλιασμός και η Ηλιοπροστασία</b>	26
5.1.1 Ηλιακή ακτινοβολία	26
5.1.2 Γεωμετρικές παράμετροι προσδιορισμού της ηλιακής ακτινοβολίας	29
5.1.3 Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας – κατανομή της στο χώρο	31
5.1.4. Ηλιακοί χάρτες	32
<b>5.2 Ανάλυση συστήματος ψύξης – θέρμανσης επιφανειών</b>	37
5.2.1 Γενικά	37
5.2.2 Ιδιότητες υλικών που επηρεάζουν την μεταφορά θερμότητας	39
5.2.3 Παράγοντες θερμικής ισορροπίας σε αστικό χώρο	46
5.2.3.1 Απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία	48
5.2.3.2 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία προς τον ουρανό – ικανότητα εκπομπής	53
5.2.3.3. Συντελεστής θέασης του ουρανού (Sky View Factor)	55

<b>5.3. Ο φυσικός δροσισμός</b>	57
5.3.1. Ορισμός	57
5.3.2. Μελέτη του ανέμου στους αστικούς χώρους	57
5.3.3 Ανεμολογικά στοιχεία	59
5.3.4 Επί τόπου μετρήσεις, δοκιμές σε αεροσύραγγα ή προσομοιώσεις	63
5.3.5 Παράδειγμα ανάλυσης συνθηκών ανέμου με CFD	63
5.3.6 Παρατηρήσεις και συμπεράσματα από τη μελέτη	65
5.3.7 Παράμετροι σχεδιασμού – Έλεγχος της ανεμοροής	68
<b>6. Συνθήκες άνεσης</b>	77
6.1 Θερμική άνεση	78
6.2 Ο ανθρώπινος παράγων στη θερμική άνεση	81
6.3 Ο περιβαλλοντικός παράγων στη θερμική άνεση	83
6.4 Οπτική άνεση	85
6.5 Ακουστική άνεση	86
<b>7. Φωτοβολταϊκά Συστήματα</b>	89
7.1 Ορισμοί	89
7.2 Αρχή λειτουργίας των Φωτοβολταϊκών	91
7.3 Μονάδες Φωτοβολταϊκών συστημάτων	92
7.4 Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών συστημάτων	95
7.5 Τεχνολογία Φωτοβολταϊκών συστημάτων	100
7.6 Πλεονεκτήματα Φωτοβολταϊκών συστημάτων	107
7.7 Μειονεκτήματα Φωτοβολταϊκών συστημάτων	107
7.8 Εφαρμογές Φωτοβολταϊκών συστημάτων	108
7.9 Παραδείγματα εφαρμογών	110
<b>8. Παραδείγματα</b>	125
<b>8.1 Από τον διεθνή χώρο</b>	116
○ The High Line, Manhattan, Νέα Υόρκη – ΗΠΑ	116
○ Κοπεγχάγη 2025	124
○ Μαδρίτη	128
○ EXPO 1992, Σεβίλλη	133
○ Ecoboulevard de Vallecas – Madrid, Spain	135
<b>8.2 Από τον ελλαδικό χώρο</b>	143
○ Πλατεία Κρήτης-Θεσσαλονίκη	143
○ Πλατεία Μακεδονομάχων	144
○ Οδός Καραολή & Δημητρίου, Δήμος Θέρμης	146
○ Πλατεία 3 <sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου, Δήμος Αλίμου Αττικής	150
○ Ξανασκέψου την Αθήνα ( Rethink Athens ) – Αρχιτεκτονικός Διαγωνισμός	153

ο Το Πάρκο «Σταύρος Νιάρχος», Αθήνα	159
ο Βιοκλιματική αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής πλατείας Χρηματιστηρίου, Θεσσαλονίκη	168
<b>9. Συμπεράσματα</b>	181
<b>ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΝΟΤΗΤΑ</b>	
<b>1. Η Πάτρα και η περιοχή μελέτης (Πλατεία Γεωργίου Α΄)</b>	187
1.1 Η Πάτρα σήμερα	187
1.2 Γεωγραφικός προσδιορισμός	188
1.3 Μετεωρολογικά δεδομένα	190
1.4 Περιοχή μελέτης (Πλατεία Γεωργίου Α΄)	193
<b>2. Σημερινή Κατάσταση Πλατείας - Προβλήματα</b>	199
2.1. Ανάπλαση πλατείας Γεωργίου (Σημερινή κατάσταση)	199
2.2 Προβλήματα πλατείας Γεωργίου	205
<b>3. Προτεινόμενες παρεμβάσεις στην πλατεία Γεωργίου</b>	213
<b>3.1 Εισαγωγή</b>	213
<b>3.2 Βιοκλιματικό στέγαστρο. Χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ, Καθιστικά κάτω από τα στέγαστρα</b>	214
3.2.1 Εισαγωγή – Περιγραφή πρότασης	218
3.2.2 Χαρακτηριστικά της πρότασης	218
3.2.3 Κατασκευή και λειτουργία	219
3.2.4 Επιμέρους τμήματα κατασκευής	220
<b>3.3 Κάθετοι Κήποι</b>	222
3.3.1.Εισαγωγή	222
3.3.2 Προτεινόμενη επέμβαση στην πλατεία Γεωργίου	222
3.3.3 Εφαρμογή κάθετων κήπων (Ξένη βιβλιογραφία)	225
3.3.4 Φυτικό υλικό στους κάθετους κήπους	228
3.3.5. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα κάθετων κήπων	229
<b>3.4 Φυτοτεχνική επέμβαση</b>	231
3.4.1. Εισαγωγή	231
3.4.2. Βασικές αρχές	233
3.4.3 Περιγραφή φυτικών ειδών	236
3.4.4 Προτεινόμενη επέμβαση	241

<b>3.5 Ψυχρά υλικά για επίστρωση</b>	246
<b>4. Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις και σχέδια της επέμβασης στην πλατεία Γεωργίου</b>	251
<b>5. Συμπεράσματα Ανάπλασης</b>	253
<b>6. Μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης</b>	256
6.1 Πρόγραμμα επίλυσης	256
6.2 Εξομοίωση με το Pvsyst647	257
6.3 Μελέτη σκίασης	260
6.4 Καθορισμός συντελεστή Albedo	265
6.5 Προσανατολισμός φωτοβολταϊκού συστήματος	266
6.6 Ανάλυση φωτοβολταϊκού συστήματος	267
6.7 Προσομοίωση και Αποτελέσματα	278
6.8 Συμπεράσματα	289
<b>Βιβλιογραφία</b>	290

## **ΠΡΩΤΗ ΕΝΟΤΗΤΑ**

**Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων χώρων με την  
χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων**





# **Κεφάλαιο 1: Υπαίθριοι Χώροι**

## **1.1 Εισαγωγή (Δημόσιοι Υπαίθριοι Χώροι)**

Οι δημόσιοι υπαίθριοι χώροι έχουν διττό χαρακτήρα και συνδυάζουν δύο ανεξάρτητους αλλά ταυτόχρονα αλληλοσυμπληρωματικούς ρόλους. Από τη μία, αποτελούν χώρους ανοικτούς (open spaces) προς τα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος (ήλιος, άνεμος, νερό, πράσινο), επιτρέποντας έτσι την είσοδο της φύσης στο δομημένο περιβάλλον. Κατά συνέπεια οι χώροι αυτοί επηρεάζουν άμεσα το μικροκλίμα και την ποιότητα του περιβάλλοντος στην πόλη ενώ φέρνουν σε άμεση επαφή τον άνθρωπο με τη φύση.

Από την άλλη αποτελούν δημόσιους αστικούς χώρους (public urban spaces) και κατά συνέπεια κοινωνικούς χώρους (social spaces).<sup>1</sup> Με άλλα λόγια συνιστούν ένα σκηνικό όπου εξελίσσεται η κοινωνική ζωή στην πόλη, αποτελώντας συνδυαστικό κρίκο ανάμεσα στις καθημερινές δραστηριότητες, μετακινήσεις, ροές των ανθρώπων εντός του δομημένου περιβάλλοντος. Είναι χώροι κίνησης – στάσης των ανθρώπων, συνεύρεσης των πολιτών, ενώ πολλές φορές ενσωματώνουν πολιτισμικές, ψυχαγωγικές, πολιτιστικές και αθλητικές δραστηριότητες.

## **1.2 Κατηγορίες Υπαίθριων Χώρων**

Ανάλογα με τη σύσταση και τα είδη των στοιχείων τους οι δημόσιοι υπαίθριοι χώροι της πόλης διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες<sup>2</sup>:

1. Σε αυτούς που συνιστούν τμήματα του ιστού της πόλης και ορίζονται κυρίως από τεχνητά κατασκευασμένα στοιχεία με «σκληρή» υφή και σε μικρότερο βαθμό από φυσικά στοιχεία. Λόγω της υφής τους τα στοιχεία αυτά σχηματίζουν ένα τεχνητό τοπίο (hard landscape). Χαρακτηριστικές ενότητες τέτοιων χώρων είναι οι δρόμοι, τα πλατώματα και οι πλατείες.

---

<sup>1</sup> Κοσμάκη Π., Λουκόπουλος Δ. (2004), Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοικτών Χώρων, Τόμος Β, Αρχές Οικολογικού Σχεδιασμού, Κεφ.2 (σ.96)

<sup>2</sup> Κοσμάκη Π., Λουκόπουλος Δ. (2004), Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοικτών Χώρων, Τόμος Β, Αρχές Οικολογικού Σχεδιασμού, Κεφ.2 (σ.97-98)

2. Σε αυτούς που συνιστούν τμήματα του φυσικού περιβάλλοντος μέσα στην πόλη και ορίζονται κυρίως από στοιχεία της φύσης (φυσικό έδαφος, βλάστηση, νερό) είτε στη φυσική τους κατάσταση είτε διαμορφωμένα από τον άνθρωπο). Λόγω της υφής τους τα στοιχεία αυτά σχηματίζουν ένα ήπιο τοπίο (soft landscape). Χαρακτηριστικοί χώροι αυτής της κατηγορίας είναι φυσικές λίμνες, δάση, ακτές ή διαμορφωμένοι χώροι όπως κήποι, άλση και πάρκα.

### **1.3 Αίτια επανασχεδιασμού των υπαίθριων χώρων**

**(Οι συνθήκες ζωής και τα περιβαλλοντικά προβλήματα)**

Η ενσωμάτωση του τριτογενούς τομέα στον ιστό των πόλεων απαιτεί νέες υποδομές, πυροδοτεί την **εξάπλωση της αστικοποίησης** και προκαλεί διεύρυνση των οριζόντιων και κατακόρυφων ορίων των πόλεων. Η **οικονομική ανάπτυξη** και οι **κοινωνικές και δημογραφικές μεταβολές** που τη συνοδεύουν επιφέρουν αλλαγές στην καταναλωτική συμπεριφορά και τις συνθήκες διαβίωσης<sup>3</sup>.

Η **αστική κινητικότητα** που διογκώνεται, το πρότυπο μετακίνησης που στρέφεται ολοένα και περισσότερο στην ιδιωτική μεταφορά. και η επιμήκυνση των αστικών διαδρομών εξαντλεί τη χωρητικότητα, προκαλεί **συμφόρηση των δικτύων μεταφορών** και ενίοτε απώλεια υπαίθριων χώρων που αποδίδονται στην κυκλοφορία και τη στάθμευση των οχημάτων.

Παράλληλα οι κοινωνικές τάξεις που μετακινούνται περισσότερο, φυσικά και νοητικά, διεκδικούν εντονότερα μορφές κατευνασμένης κινητικότητας και στιγμές ηρεμίας<sup>4</sup>.

Τόσο η **αύξηση των κτιριακών εγκαταστάσεων** που σχετίζεται με τη **διόγκωση των εμπορικών δραστηριοτήτων και υπηρεσιών** αλλά και τη γενικότερη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, όσο και η αύξηση του στόλου των οχημάτων προκαλούν **αύξηση της κατανάλωσης καυσίμων** για τη θέρμανση των κτιρίων και την κίνηση των οχημάτων. Αποτέλεσμα και των δύο δραστηριοτήτων είναι η

---

<sup>3</sup> Εμμανουήλ Δ., 1999

<sup>4</sup> Guy Burgel, 2008

πρόκληση ατμοσφαιρικής ρύπανσης αλλά και η επιβάρυνση των μικροκλιματικών συνθηκών των πόλεων<sup>5</sup>.

Παράλληλα η ανάπτυξη του τομέα των υπηρεσιών και του τουρισμού συνοδεύεται από μείωση της δραστηριότητας του μεταποιητικού και βιομηχανικού τομέα με συνέπεια τη διακοπή της λειτουργίας πολλών εργοστασίων. Οι ερημωμένοι χώροι των εγκαταστάσεών τους και τα κλειστά και ερειπωμένα κτίρια χαρακτηρίζονται ως «κενά» μέσα στους πολεοδομικούς ιστούς και συχνά αποτελούν εστίες συγκεντρωμένης ή διάσπαρτης ρύπανσης<sup>6</sup>.

#### **1.4 Σύνθετοι τύποι διαμορφώσεων των ανοικτών χώρων**

Όλες οι παραπάνω συνθήκες επιβάλλουν τη διαμόρφωση νέων διαφοροποιημένων τύπων υπαίθριων χώρων σε επαρκή έκταση ώστε να ανταποκριθούν στις σύγχρονες κοινωνικές, λειτουργικές και περιβαλλοντικές ανάγκες των πόλεων.

**Ποδηλατόδρομοι, πεζόδρομοι, παιδότοποι, υπαίθριοι χώροι άθλησης και άσκησης, πάρκα με εξοπλισμό στάσης και κίνησης και πλατείες με ενσωματωμένο πράσινο, χώροι μελετημένοι γενικά με σύνθετη αλλά εξισορροπημένη χρήση τεχνητού και φυσικού στοιχείου,** αποτελούν ενδεικτικούς τύπους τροποποίησης των στερεοτυπικών μορφών των υπαίθριων χώρων ώστε να ανταποκριθούν στις σύγχρονες κοινωνικές, λειτουργικές και περιβαλλοντικές ανάγκες των πόλεων.

Παράλληλα όλα τα **ανεργά εδαφικά αποθέματα των πόλεων, όπως όχθες ποταμών και ρεμάτων, παραθαλάσσια μέτωπα, αποβιομηχανοποιημένες ζώνες, ανεργές εκτάσεις στρατοπέδευσης, περιβαλλοντικά υποβαθμισμένα τμήματα του φυσικού τοπίου** αποτελούν την πρόκληση ένταξής τους στον αστικό ιστό και αύξησης της διατιθέμενης έκτασης και ποικιλίας υπαίθριων χώρων.

---

<sup>5</sup> Νικολάου Κ., 1999

<sup>6</sup> Κομνίτσας Κ. κ.α., 2001, σελ. 20

## **1.5 Οι στόχοι του επανασχεδιασμού των πλατειών**

Οι στρεβλώσεις στις αντιλήψεις γύρω από το αγαθό του δημόσιου χώρου αποτυπώθηκαν με ιδιαίτερη έμφαση στις πλατείες των πόλεων και οδήγησαν σε αλλοίωση του χαρακτήρα τους και υποβάθμιση της λειτουργίας τους.

**Ο επανασχεδιασμός των πλατειών στοχεύει στην ανάκτηση του νευραλγικού ρόλου τους ως πεδίων κοινωνικής ζωής, συλλογικής λειτουργίας, ανάπαυσης και συναναστροφής, εξοικειωμένων και συναισθηματικά συνδεδεμένων με τους πολίτες, παράγοντες της κοινωνικής συνοχής και της βελτίωσης της ζωής στην πόλη.**

Άξονες για την εκπλήρωση των παραπάνω στόχων αποτελούν η λειτουργική, η αισθητική και η βιοκλιματική αναβάθμιση των πλατειών και απαιτείται συστηματική αναγνώριση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών κάθε χώρου ως αυτοτελούς οντότητας αλλά και ως τμήματος του αστικού ιστού και επιλεκτική χρήση όλων των διατιθέμενων σχεδιαστικών εργαλείων όπως διερευνώνται και αναλύονται στη συνέχεια.

## Κεφάλαιο 2: Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων χώρων

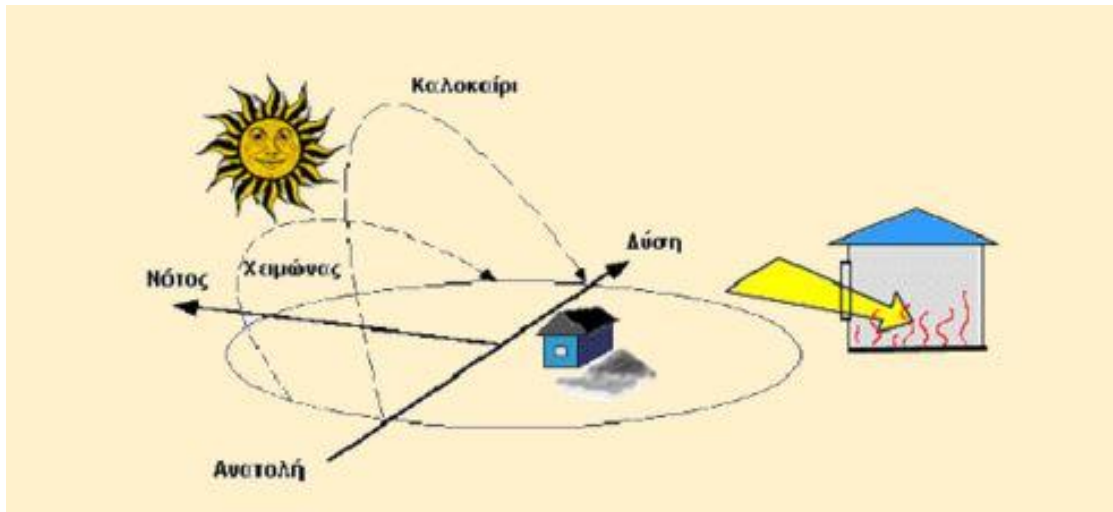
### 2.1 Ορισμός

Ο **βιοκλιματικός σχεδιασμός** είναι ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός του κτιρίου που γίνεται λαμβάνοντας υπόψη εξαρχής το τοπικό κλίμα μιας περιοχής, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται θερμική και οπτική άνεση στο κτίριο 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, ψύξης, φωτισμού και αερισμού των κτιρίων.

Μερικές από τις **βασικότερες αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού** των κτιρίων είναι:

- Η θερμική προστασία των κτιρίων, με χρήση τεχνικών θερμομόνωσης και αεροστεγάνωσης των ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα) του κτιρίου.
- Ο προσανατολισμός των χώρων του κτιρίου και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων, με σκοπό να εξασφαλίζεται θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα και φωτισμός αξιοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία (νότιος προσανατολισμός).
- Η προστασία από τον καλοκαιρινό ήλιο με εφαρμογή συστημάτων σκίασης.
- Η απομάκρυνση της θερμότητας και ο δροσισμός του κτιρίου το καλοκαίρι με φυσικό τρόπο.
- Η εξασφάλιση επαρκούς φυσικού φωτισμού και η ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στο κτίριο.

- Διαμόρφωση του κλίματος των χώρων έξω και γύρω από το κτίριο.



Εικόνα 2.1: Βιοκλιματικός Σχεδιασμός – κίνηση του ήλιου.

## 2.2 Αειφόρος ανάπτυξη

Τα σπουδαιότερα περιβαλλοντικά προβλήματα προκύπτουν από την υπέρμετρη κατανάλωση των φυσικών πόρων και την περιβαλλοντική ρύπανση. Οι δύο αυτοί κίνδυνοι για το Περιβάλλον συνδέονται με τις καθημερινές ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως τις μεταφορές, τη θέρμανση και τον κλιματισμό, τη βιομηχανία, την αστική κατανάλωση, τη γεωργική δραστηριότητα, τον τουρισμό οι οποίες προκαλούν διάφορα είδη αποβλήτων (στερεά, υγρά, αέρια). Φυσικοί αποδέκτες τους είναι η ατμόσφαιρα, τα επιφανειακά και υπόγεια νερά και το έδαφος.

Ως εκ τούτου, τα σπουδαιότερα **περιβαλλοντικά προβλήματα** είναι:

- Το ενεργειακό πρόβλημα, που επήλθε κυρίως από την αλόγιστη ενεργειακή κατανάλωση. Συνιστώσες του είναι η εξάντληση των μη ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων (κυρίως πετρελαίου και λιθανθράκων), η αβεβαιότητα ενεργειακής τροφοδοσίας, η άνοδος των τιμών ενέργειας.
- Η ατμοσφαιρική ρύπανση με συνεπακόλουθες επιπτώσεις την όξινη βροχή, την τρύπα του όζοντος, την ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου και εν τέλει, την κλιματική αλλαγή και τα ακραία καιρικά φαινόμενα.
- Η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του νερού.

- Η ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του εδάφους (κυρίως από την εντατικοποίηση αλλά και επέκταση των καλλιεργειών σε βάρος πεδινών και τροπικών δασών).
- Τα απορρίμματα και απόβλητα (αστικά και βιομηχανικά).
- Ο θόρυβος. Διακρίνεται σε οδικό/κυκλοφοριακό, βιομηχανικό, θόρυβο εγκαταστάσεων, σιδηροδρομικό και αεροπορικό.
- Η οπτική/αισθητική ρύπανση. Τα ανθρώπινα έργα, πολλές φορές, χαρακτηρίζονται από τη διάχυση στο περιβάλλον αντικειμενικών εικόνων εγκατάλειψης «άχρηστων» πραγμάτων. Οι επιπτώσεις αφορούν κυρίως τον ψυχισμό των κατοίκων.

Η εμφάνιση των παραπάνω περιβαλλοντικών προβλημάτων και των επιπτώσεών τους, που θέτουν σε κίνδυνο τη βιωσιμότητα των οικοσυστημάτων του πλανήτη, επιβάλλει εδώ και πολύ καιρό την υιοθέτηση ενός άλλου τρόπου ζωής και ανάπτυξης, με βασικό δομικό στοιχείο την «**αιφορία**».

Η WCED (World Commission for the Environment and Development - Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη), με την έκθεση Brundtland, όρισε ως **Αειφόρο ανάπτυξη** «[...] αυτή που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να μειώνει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών ανθρώπων να ικανοποιήσουν τις δικές τους».

Συμπληρωματικός του παραπάνω ορισμού είναι αυτός των IUCN (International Union for Conservation of Nature - Διεθνής Ένωση για την Προστασία της Φύσης), UNEP (United Nations Environmental Programme - Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών), WWF (World Wildlife Fund - Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση): «Η ανάπτυξη είναι αειφόρος όταν βελτιώνει την ποιότητα ζωής στο πλαίσιο των ορίων που θέτει η φέρουσα ικανότητα των οικοσυστημάτων που υποστηρίζουν τη ζωή» .

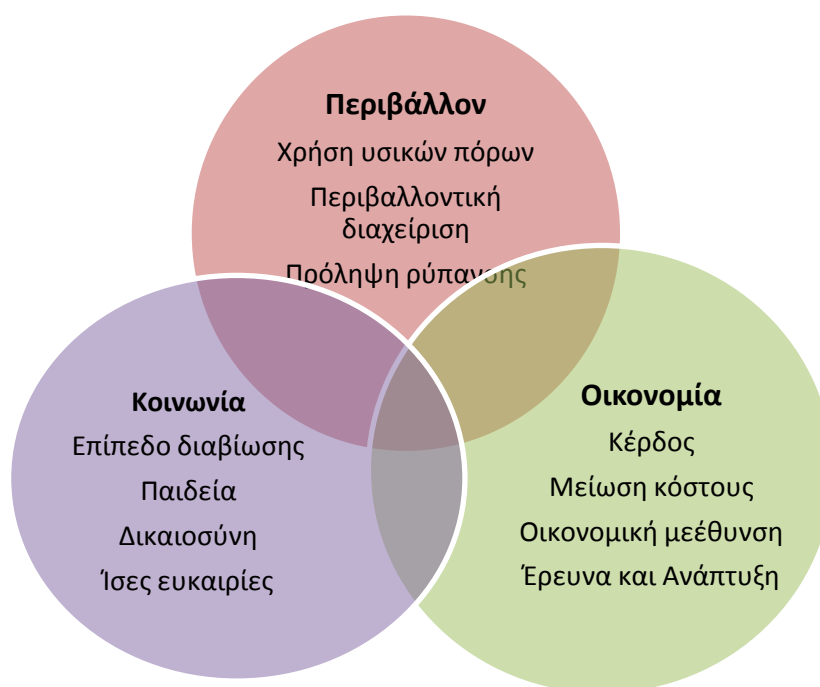
Ο πρώτος ορισμός αναδεικνύει την αναγκαιότητα της αλληλεγγύης και υπευθυνότητας μεταξύ των γενεών και ο δεύτερος την περιβαλλοντική διάσταση.

Στην αειφόρο ανάπτυξη εντάσσεται και ο αειφορικός σχεδιασμός, ο οποίος, εκτός από τη βιοκλιματική διάσταση, εξετάζει και θέματα διατήρησης πρωτογενών πόρων, νερού, υλικών, ελαχιστοποίησης μεταφορών, επέκτασης ή πύκνωσης των οικισμών, με στόχο το μικρότερο δυνατό περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Στο κομμάτι του σχεδιασμού ενός υπαίθριου χώρου ο βιοκλιματικός σχεδιασμός συμπληρώνεται από τον αειφορικό σχεδιασμό, καθώς ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι υποσύνολο του αειφορικού.

### 2.3 Ποια προβλήματα αντιμετωπίζει;

Η κύρια δυσκολία που οι αρχιτέκτονες – μελετητές καλούνται να αντιμετωπίσουν είναι πως ο γενικός ορισμός της αειφόρου κατασκευής θα υλοποιηθεί με την εφαρμογή μιας σειράς 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.



**Εικόνα 2.2:** Τρόποι εξασφάλισης της βιώσιμης ανάπτυξης.



## 2.4 Παράμετροι που λαμβάνονται υπ' όψιν στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική

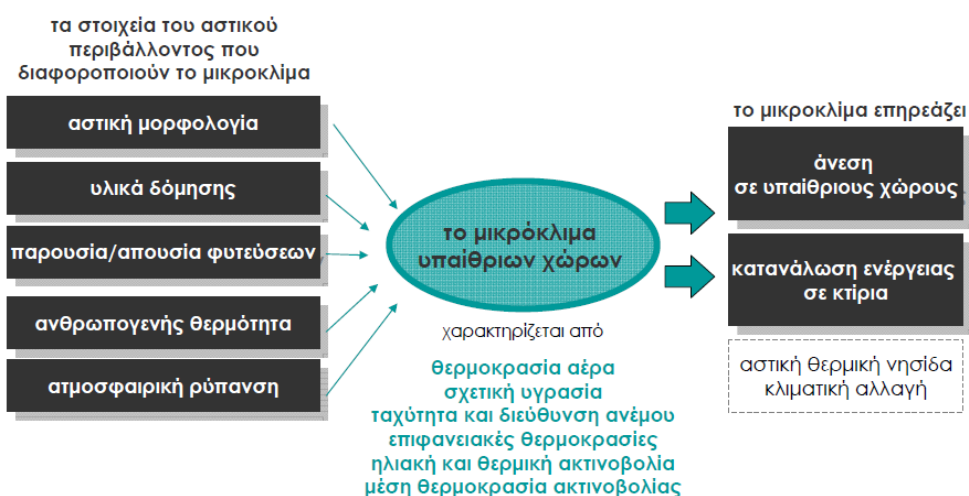
Η βιοκλιματική προσέγγιση στο σχεδιασμό βασίζεται στη βαθιά κατανόηση των χαρακτηριστικών του κλίματος. Το κλίμα σε κάθε περιοχή του πλανήτη μπορεί να περιγραφεί σε τρία διαφορετικά επίπεδα, πηγαινόντας από το γενικό προς το ειδικό, από τη μεγαλύτερη κλίμακα στη μικρότερη:

- Το **μακροκλίμα**.
- Το **μεσοκλίμα**.
- Το **μικροκλίμα**.

Το **μακροκλίμα** μιας περιοχής αφορά τα γενικότερα κλιματικά χαρακτηριστικά της. Ορίζεται από κλιματικά δεδομένα, όπως είναι η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, η ηλιοφάνεια, ο άνεμος, η υγρασία, τα νέφη και οι βροχοπτώσεις.

Το **μεσοκλίμα** μιας περιοχής είναι ο μετασχηματισμός του μακροκλίματος, λόγω τοπικών ιδιαιτεροτήτων, όπως είναι το ανάγλυφο του εδάφους, η ύπαρξη μεγάλων επιφανειών νερού και η βλάστηση.

Το **μικροκλίμα** μιας περιοχής είναι η διαφοροποίηση του μακροκλίματος και του μεσοκλίματος, η οποία οφείλεται κυρίως σε ανθρώπινες παρεμβάσεις, όπως π.χ. το δομημένο περιβάλλον.



### **Εικόνα 2.3:** Το μικροκλίμα των υπαίθριων χώρων<sup>7</sup>

Με την έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής ή αλλιώς βιοκλιματικού σχεδιασμού ορίζεται ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός ενός κτιρίου ή μιας περιοχής που λαμβάνει υπόψη τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά και τα τοπικά κλιματικά δεδομένα (ανάγλυφο του εδάφους, προσανατολισμό, ηλιακή ακτινοβολία, άνεμος, θερμοκρασία, σχετική υγρασία, βροχή, κ.λπ.) κατά τέτοιο τρόπο που αφενός να περιορίζονται οι επιπτώσεις από την επίδραση τους στην περιοχή και να βελτιώνεται το μικροκλίμα της περιοχής ώστε να παρέχει την απαιτούμενη άνεση στους χρήστες.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο κατασκευής των κτιριακών μονάδων και στο επίπεδο διαμόρφωσης του χώρου μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό δημιουργεί (αύξηση θερμοκρασίας, συγκέντρωση αέριων ρύπων, δυσκολία στην κυκλοφορία αέρα).
- Το σχεδιασμό των κτιρίων και των αστικών περιοχών με αειφορικά στοιχεία.
- Την επιλογή των δομικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την τοξικολογική τους δράση.

Το δομημένο περιβάλλον διαμορφώνεται και χαρακτηρίζεται από διάφορες ανθρωπογενείς χρήσεις, οι οποίες εμπλεκόμενες με το φυσικό τοπίο, το περιορίζουν και το αλλοιώνουν, επιδρώντας δυσμενώς στη φύση, με συνέπειες συχνά μη αναστρέψιμες.

Σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση της λειτουργίας της φύσης στον ιστό της πόλης, παίζουν οι διαμορφώσεις των υπαίθριων χώρων οι κατάλληλα οργανωμένοι ακάλυπτοι χώροι και οι επιφάνειες πρασίνου γενικότερα.

Ο συνδυασμός πολεοδομικού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού, στη σύνθεση υπαίθριων χώρων παράλληλα και με την απαραίτητη στήριξη των στόχων τους από τον ανθρώπινο παράγοντα, αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την

---

<sup>7</sup> Πηγή: [www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima\\_2014.pdf](http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima_2014.pdf)

εξουδετέρωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις χρήσεις γης και την ενίσχυση των δυνατοτήτων της βιοκλιματικής συμπεριφοράς του αστικού ιστού.

## **2.5 Περιβαλλοντικός Και Βιοκλιματικός Σχεδιασμός των Υπαίθριων Χώρων**

Ο Περιβαλλοντικός και Βιοκλιματικός Σχεδιασμός των Υπαίθριων Χώρων της Πόλης επιτυγχάνει τα ακόλουθα:

- Εξυπηρετεί τις επιδιώξεις και τις δραστηριότητες των κατοίκων διαφυλάσσοντας την αισθητική ποιότητα και την οικολογική ισορροπία του τοπίου.
- Καταγράφει και αξιολογεί τα στοιχεία και τους μηχανισμούς, που συνθέτουν το τοπίο, έτσι ώστε οι προτάσεις, που ακολουθούν να είναι συμβατές με αυτά και να διασφαλίζουν τη δυνατότητα επιβίωσης και μετεξέλιξης του.
- Επιδιώκει την ποσοτική τους επάρκεια και τη διατήρηση ή τη δημιουργία περιβαλλοντικών ενοτήτων και δικτύων σύνδεσής τους.
- Μελετά τα χαρακτηριστικά τους, μορφολογικά, φυσικά, τεχνητά, πολιτιστικά, τις επιδράσεις του ανθρώπου (χρήσεις γης, πολεοδομικός ιστός) και την εξέλιξή τους στο χρόνο.
- Εξασφαλίζει τους όρους λειτουργίας των ενοτήτων και δικτύων τους, στοχεύοντας με συνδυασμένες παρεμβάσεις στην ένταξή τους στην καθημερινή ζωή και κίνηση των κατοίκων της πόλης.
- Διαμορφώνει υπαίθριους δημόσιους κοινωνικούς χώρους, ανταποκρινόμενος στα πρότυπα δημόσιας ζωής των κατοίκων και επεκτείνοντας ή μετασχηματίζοντας αυτά προς βιώσιμη κατεύθυνση.
- Ευαισθητοποιεί περιβαλλοντικά τους κατοίκους με κίνητρα και συμμετοχικές διαδικασίες (υιοθεσίες, αναδασώσεις κ.λπ.).
- Συνθέτει αλληλοσυμπληρούμενα δίκτυα – πλέγματα φυσικών χώρων και τεχνητών υπαίθριων διατάξεων.

- Οργανώνει βιώσιμους υπαίθριους χώρους με βασική αρχή σχεδιασμού τη δυνατότητα κίνησης και στάσης των πεζών. Τα δίκτυα αποτελούνται από δρόμους κίνησης, περιοχές δραστηριοτήτων και σημεία συνάντησης (κόμβους).
- Παρέχει στους ανθρώπους ικανοποιητικό μικροπεριβάλλον.
- Δημιουργεί τις απαραίτητες προϋποθέσεις για τη βιωσιμότητά τους, προσαρμόζοντάς τους στο ανάγλυφο του εδάφους και χρησιμοποιώντας φυσικά στοιχεία στη διαμόρφωσή τους (φυσικό έδαφος, βλάστηση – φυτεύσεις).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των αστικών υπαίθριων χώρων έχει σαν στόχο την εξασφάλιση θερμικής άνεσης των πολιτών μέσω της ορθής διαχείρισης των φυσικών τους στοιχείων. Ο σωστός ηλιασμός και η ροή του ανέμου μέσα στο εσωτερικό της πόλης και των δομημένων επιφανειών της είναι οι βασικές περιβαλλοντικές παράμετροι του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Με αυτές κυρίως διαμορφώνεται το επιθυμητό μικροκλίμα.

Οι αντιδράσεις των ανθρώπων στο μικροκλίμα μπορεί να μην είναι συνειδητές, αλλά συχνά οδηγούν σε διαφορετική τελικά χρήση του χώρου υπό διαφορετικές κλιματικές συνθήκες. Συνεπώς οι μικροκλιματικές παράμετροι είναι κεντρικής σημασίας για τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή και, σε μεγάλο βαθμό, καθορίζουν τη χρήση των χώρων αυτών. Έτσι, με την κατανόηση του πλήθους των μικροκλιματικών χαρακτηριστικών σε υπαίθριους αστικούς χώρους και των επιπτώσεών τους στην άνεση των ανθρώπων που τους χρησιμοποιούν, ανοίγονται νέες δυνατότητες για την ανάπτυξη των αστικών χώρων.

Ο ηλιασμός αφορά την επιλεκτική έκθεση των υπαίθριων χώρων στην ηλιακή ακτινοβολία ενώ η ηλιοπροστασία την αποφυγή αυτής της έκθεσης. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι δραστηριότητες και οι χρήσεις γης του υπαίθριου χώρου καθώς και οι κλιματολογικές συνθήκες στην επιλογή των επιφανειών που θα έχουν ηλιοπροστασία ή ηλιασμό.

Άλλος σημαντικός παράγοντας είναι τα υλικά του χώρου τα οποία ανάλογα με τις ιδιότητες τους αντανakλούν την ηλιακή ακτινοβολία. Με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού περιορίζεται η θάμβωση από την αντανάκλαση της

ηλιακής ακτινοβολίας και η εκπομπή μακροκύματης ακτινοβολίας που προκαλεί υπερθέρμανση.

Η διαχείριση της ροής του ανέμου μέσω των δρόμων (των αστικών φαραγγιών), οι οποίοι αποτελούν διόδους κυκλοφορίας του ανέμου είναι ένα ιδιαίτερο περιβαλλοντικό ζήτημα κατά τον σχεδιασμό των υπαίθριων χώρων.

Οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής μαζί με την κατεύθυνση και την ένταση του ανέμου είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανεμοπερατότητα και την ανεμοπροστασία.

## **2.6 Τα μέσα βελτίωσης του αστικού μικροκλίματος**

Τα μέσα βελτίωσης του αστικού μικροκλίματος που θα περιγραφούν και στα επόμενα κεφάλαια αναλυτικότερα είναι:

### **ο Η χρήση των ψυχρών υλικών**

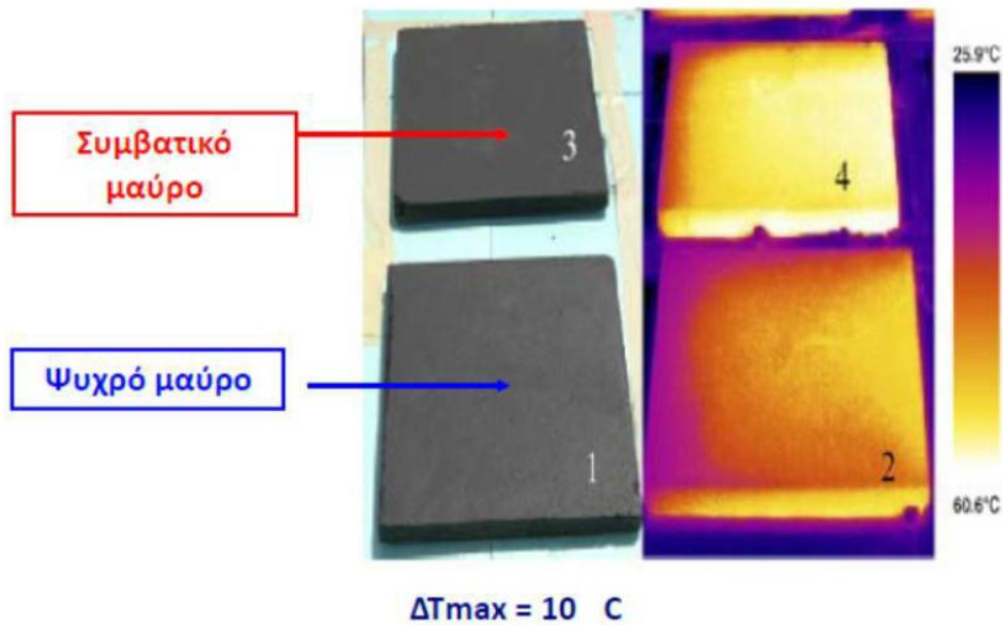
Τα ψυχρά υλικά χαρακτηρίζονται από υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και από υψηλό συντελεστή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας. Λόγω της ιδιότητάς τους να ανακλούν μεγάλο μέρος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας αναπτύσσουν χαμηλότερη επιφανειακή θερμοκρασία συγκριτικά με τα συνήθη υλικά, με συνέπεια τη μείωση μέσω μεταφοράς θερμότητας της θερμοκρασίας του αέρα.

Συγκριτικές μετρήσεις της θερμικής συμπεριφοράς των ψυχρών υλικών έχουν δείξει ότι παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία μέχρι και 12°C χαμηλότερη από τα κοινά υλικά. Παράλληλα για τη θερινή περίοδο έχει διαπιστωθεί ότι αύξηση της ανακλαστικότητας της επιφάνειας κατά 40% επιφέρει μείωση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας κατά 0.5-1.5°C, ενώ αύξηση κατά 65% μειώνει τη θερμοκρασία κατά 1-2°C<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Κ.Α.Π.Ε., 2011, σελ. 39

Στα μειονεκτήματα των ψυχρών υλικών καταγράφεται η γήρανση που υφίστανται με το χρόνο που επιφέρει μείωση του συντελεστή ανακλαστικότητας τους και η πιθανή πρόκληση φαινομένων θάμβωσης από συγκεκριμένους τύπους υλικών.



**Εικόνα 2.4:** Επιφανειακή θερμοκρασία συμβατικών και ψυχρών υλικών.



**Εικόνα 2.5:** Γήρανση ψυχρού υλικού.

- **Οι υδάτινες επιφάνειες**

Το νερό διαθέτει πολύ μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από τα άλλα δομικά στοιχεία του αστικού ιστού 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 προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Η αύξηση της θερμοκρασίας του επιταχύνει την εξάτμισή του με συνέπεια να λειτουργεί ως στοιχείο δροσισμού του χώρου



**Εικόνα 2.7:** Υδάτινο στοιχείο σε υπαίθριους χώρους

- **Το αστικό πράσινο**

Το πράσινο επιδρά με πολλούς μηχανισμούς στη διαμόρφωση του μικροκλίματος αλλά και της άνεσης γενικότερα στο χώρο.

- ✓ Έχει μικρή ανακλαστικότητα με αποτέλεσμα να απορροφά μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και παράλληλα εμποδίζει την επιστροφή της γήινης ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα. Με τον τρόπο αυτό η βλάστηση μετριάζει τις ακραίες θερμοκρασίες μειώνοντας τις μέγιστες και αυξάνοντας τις ελάχιστες θερμοκρασίες.
- ✓ Αυξάνει την υγρασία στην ατμόσφαιρα με τη διαπνοή, δηλαδή την απώλεια νερού από την επιφάνεια των φύλλων. Η άνοδος της υγρασίας σε συνδυασμό με την ελάττωση της θερμοκρασίας βελτιώνουν τις θερμικές συνθήκες στα ξηρά κλίματα.

- ✓ Λειτουργεί ως ηλιοπροστασία για το έδαφος και τους χώρους με τους οποίους έρχεται σε επαφή.
- ✓ Συμβάλει στην ανεμοπροστασία των χώρων τροποποιώντας το πεδίο ροής του ανέμου και μειώνοντας την ταχύτητα του ανέμου.
- ✓ Ασκεί σημαντική αντιρρυπαντική επίδραση με τη συγκράτηση στερεών σωματιδίων της ατμόσφαιρας (της σκόνης) και την απορρόφηση διάφορων ρύπων (π.χ. διοξειδίου του θείου).
- ✓ Εμπλουτίζει την ατμόσφαιρα με οξυγόνο που παράγεται μέσω του μηχανισμού της φωτοσύνθεσης.
- ✓ Βελτιώνει την ποιότητα του διάχυτου φωτός κάτω από το φύλλωμα μειώνοντας την έντασή του και εμπλουτίζοντάς το σε πράσινο που δρα ηρεμιστικά στον άνθρωπο. Συμβάλλει στη βελτίωση του ηχητικού τοπίου ασκώντας ηχομονωτική και ηχομειωτική επίδραση. Η επίδραση αυτή είναι σημαντικότερη όσο περισσότεροι είναι οι όροφοι της βλάστησης (σύνθεση ποωδών, θαμνωδών και δένδρων)<sup>9</sup>.



**Εικόνα 2.8:** Πράσινο σε δρόμους και ανοιχτούς χώρους.

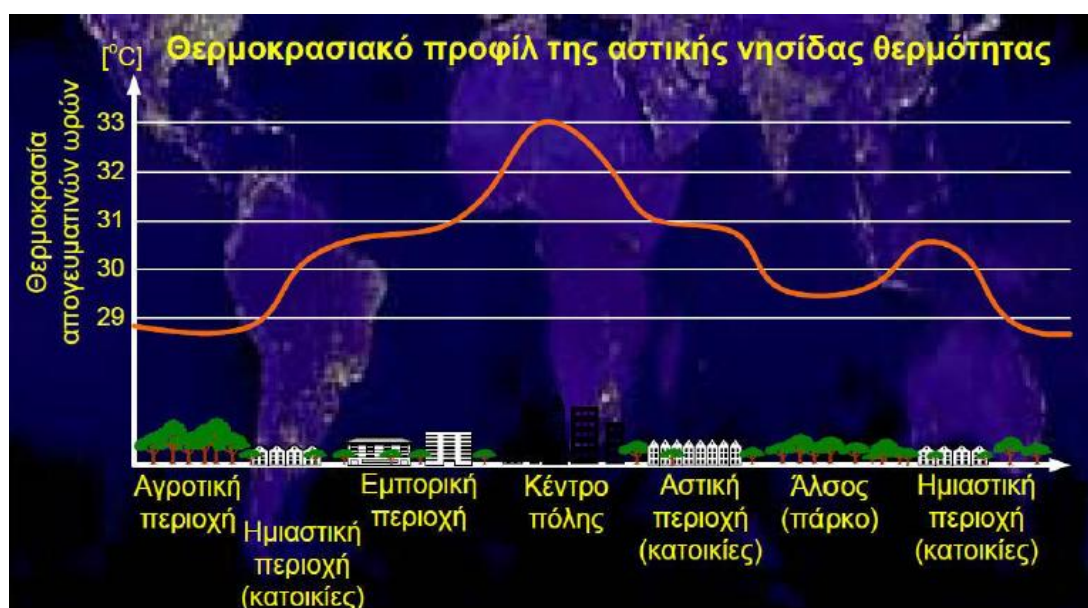
---

<sup>9</sup> Γεωργίου Κ. 1999, σελ. 312-313



### Κεφάλαιο 3 Φαινόμενο θερμικής νήσου<sup>10</sup>

Η θερμική νησίδα είναι το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό των πόλεων, σε σχέση με τα περίχωρα, κατά τη διάρκεια μιας ζεστής καλοκαιρινής περιόδου, που οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος που προκαλεί η αποθήκευση ηλιακής ενέργειας στις αστικές επιφάνειες, όπως είναι τα κτίρια και οι δρόμοι στην διάρκεια της ημέρας.



Εικόνα3.1: Τιμές θερμοκρασίας σε σχέση με το περιβάλλον<sup>11</sup>.

Στη διαμόρφωση της Θερμικής Νησίδας συμβάλλουν τα σκούρα και θερμά υλικά αστικών επιφανειών που έχουν χαμηλή ανακλαστικότητα που παρακρατούν τη θερμότητα την ημέρα και την αποδίδουν τη νύχτα, εμποδίζοντας τη φυσική ψύχρανση της ατμόσφαιρας. Συντελούν επίσης οι πρόσθετες ανθρωπογενείς πηγές ενέργειας, που προέρχονται από τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τον κλιματισμό των κτιρίων, καθώς και το ύψος και η διάταξη των κτιρίων, γύρω από στενούς

<sup>10</sup> Πηγή: παρ. 2.2. ECOCITY σε συνεργασία με την ΕΕΔΕ ( 2010 ). Εσπερίδα με θέμα « Το φαινόμενο της Θερμικής Νησίδας ».

<sup>11</sup> Πηγή: Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης ( 2009 ). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων

δρόμους, που εμποδίζουν τη διαφυγή της ηλιακής ενέργειας και την κυκλοφορία του αέρα.

Ένα κορυφαίο πρόβλημα που είναι χαρακτηριστικό των Ελληνικών πόλεων, είναι η απουσία πρασίνου στους δημόσιους χώρους, που μειώνει σημαντικά τη θερμοκρασία του αέρα τη νύχτα, μέσω της διαδικασίας της διαπνοής. Τα φυτά απορροφούν την ημέρα μεγάλο μέρος της ηλιακής ενέργειας και αντλούν νερό από τη γη, το οποίο αποδίδουν τη νύχτα από τα φύλλα στην ατμόσφαιρα ως υγρασία, με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στη μείωση της έντασης της Θερμικής Νησίδας μειώνοντας την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που αποθηκεύουν και ψυχραίνοντας την ατμόσφαιρα τη νύχτα με την υγρασία που αποδίδουν.

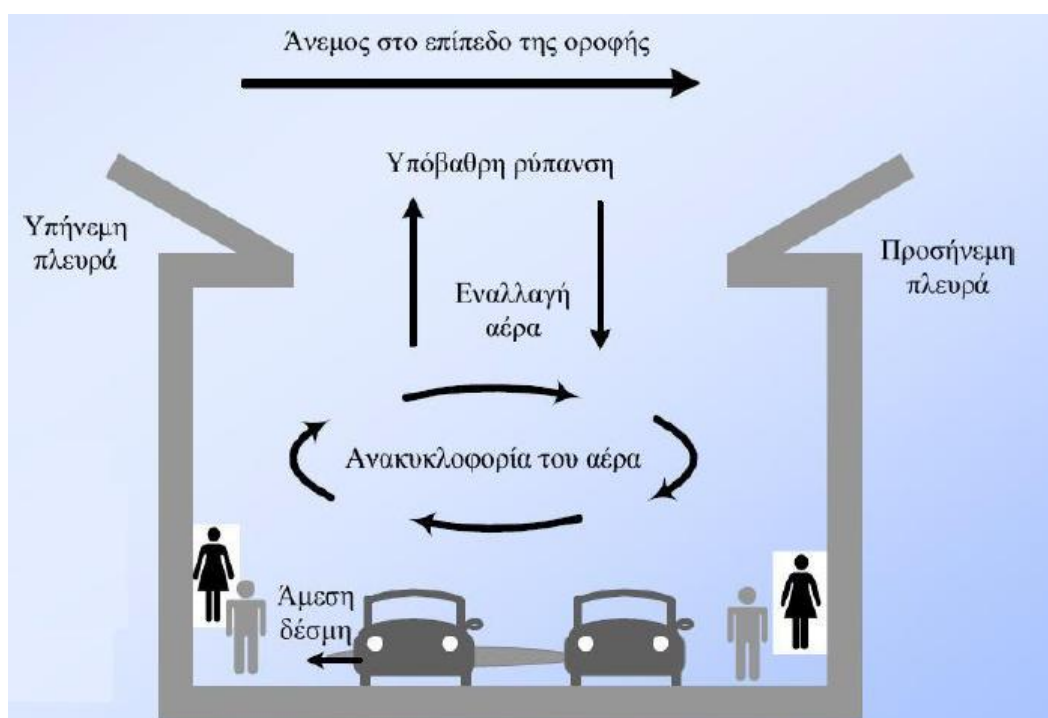
Οι επιπτώσεις της Θερμικής Νησίδας επικεντρώνονται κυρίως στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων των πόλεων και στις επιδράσεις πάνω στην υγεία τους. Είναι γνωστή η συνέργια των υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι πάνω στη θνησιμότητα και τη νοσηρότητα ηλικιωμένων κυρίως ατόμων. Έτσι με την αύξηση των θερμοκρασιών την ημέρα και τη διατήρηση της τη νύχτα, η θερμική νησίδα γίνεται πρόσθετος παράγοντας επικινδυνότητας. Παράλληλα η εντατική χρήση κλιματιστικών, πέρα από την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, και πέρα από τη σπατάλη ενέργειας που προκαλεί, συμβάλλει και στη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

## Κεφάλαιο 4: Φαινόμενο Αστικής Χαράδρας<sup>12</sup>

Η αστική χαράδρα σχηματίζεται σε δρόμους που βρίσκονται ανάμεσα σε δύο σειρές από υψηλά κτίρια. Όταν η διεύθυνση του ανέμου είναι κάθετη προς σε αυτήν οι ρύποι παγιδεύονται και μειώνεται η διάχυση τους λόγω της μειωμένης ροής του αέρα.

Η ροή του αέρα εντός της αστικής χαράδρας διαμορφώνεται κυρίως από τρεις παράγοντες:

- Τη γεωμετρία του δρόμου
- Τα χαρακτηριστικά του ανέμου πάνω από το δρόμο (διεύθυνση και ταχύτητα).
- Το θερμοκρασιακό πεδίο μέσα στο δρόμο.

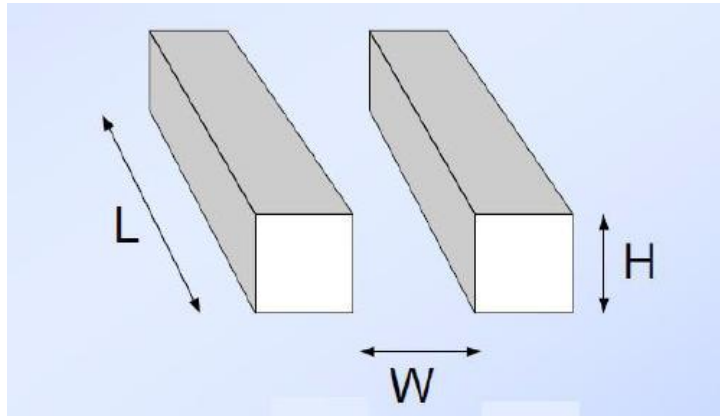


**Εικόνα4.1:** Ροή του αέρα σε μια αστική χαράδρα.

<sup>12</sup> Πηγή: παρ. 2.3. Δρ. Αυγελής Αριστοτέλης ( 2009 ). Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων.

Γεωμετρικά οι αστικές χαράδρες ορίζονται από τρεις παραμέτρους:

- Το μέσο ύψος των κτιρίων (  $H$  ).
- Το πλάτος του δρόμου (  $W$  ).
- Το μήκος του δρόμου (  $L$  ).



**Εικόνα 4.2:** Γεωμετρικές παράμετροι αστικής χαράδρας.

Και κατ' επέκταση η γεωμετρία της χαράδρας χαρακτηρίζεται από τρία μεγέθη:

- Το λόγο  $H/W$
- Το λόγο  $L/H$
- Τη πυκνότητα των κτιρίων ( $j = A_r/A_1$ ) η οποία είναι ίση με το λόγο της επιφάνειας της οροφής του μέσου κτιρίου ( $A_r$ ) προς τη συνολική επιφάνεια εδάφους που καταλαμβάνει κάθε κτίριο ( $A_1$ ).

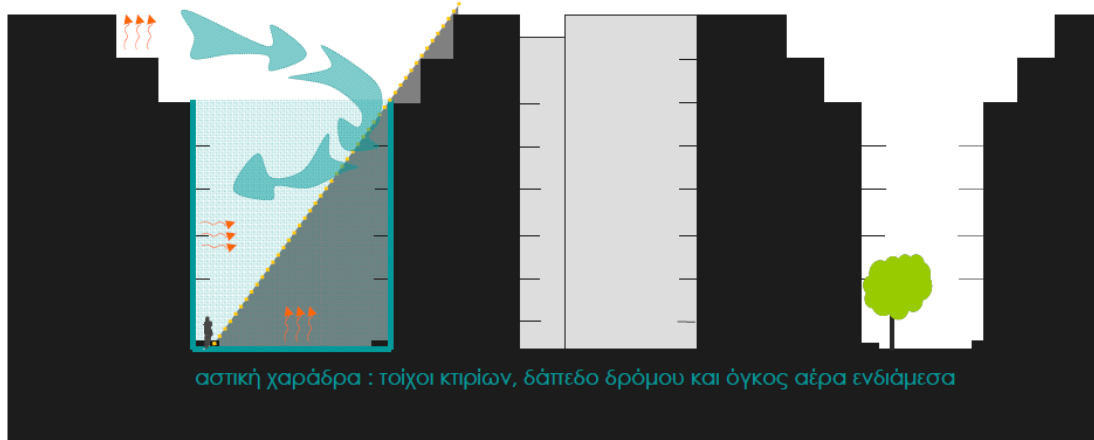
Όταν έχουμε μια βαθιά αστική χαράδρα, δηλαδή όταν ο λόγος  $H/W = 2$ , τότε η κύρια δίνη αέρα καλύπτει τα  $2/3$  της περιοχής της χαράδρας και δημιουργείται μια σχεδόν ακίνητη περιοχή κοντά στο έδαφος, αυτό το γεγονός είναι ικανό να αυξήσει τη συγκέντρωση των ρύπων αφού σε αυτήν την περιοχή βρίσκεται και η κύρια πηγή τους από τις εξατμίσεις των οχημάτων.

Άρα όσο πιο μικρός είναι ο λόγος  $H/W$  η αλληλεπίδραση μεταξύ της ροής του αέρα μέσα στη χαράδρα και έξω από αυτή εξασθενίζει.

Σύμφωνα με τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η χωροταξική διάταξη των κτιρίων είναι ικανή να μεταβάλει τοπικά τις συγκεντρώσεις των ρύπων σημαντικά, αυξάνοντας τα επίπεδα ρύπανσης στις αστικές χαράδρες οι οποίες αποτελούν τη συνήθη διάταξη κτιρίων στην Ευρώπη.

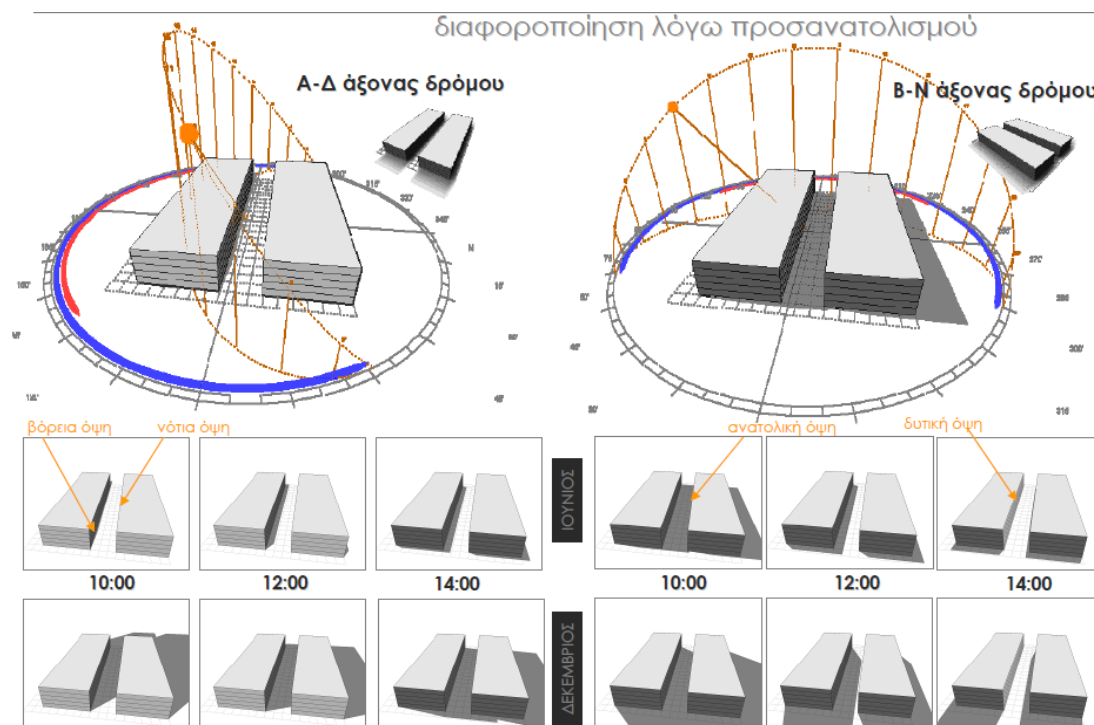
**αστικό ενεργειακό ισοζύγιο**  
 $Q^* + Q_F = Q_H + Q_E + \Delta Q_S + \Delta Q_A$

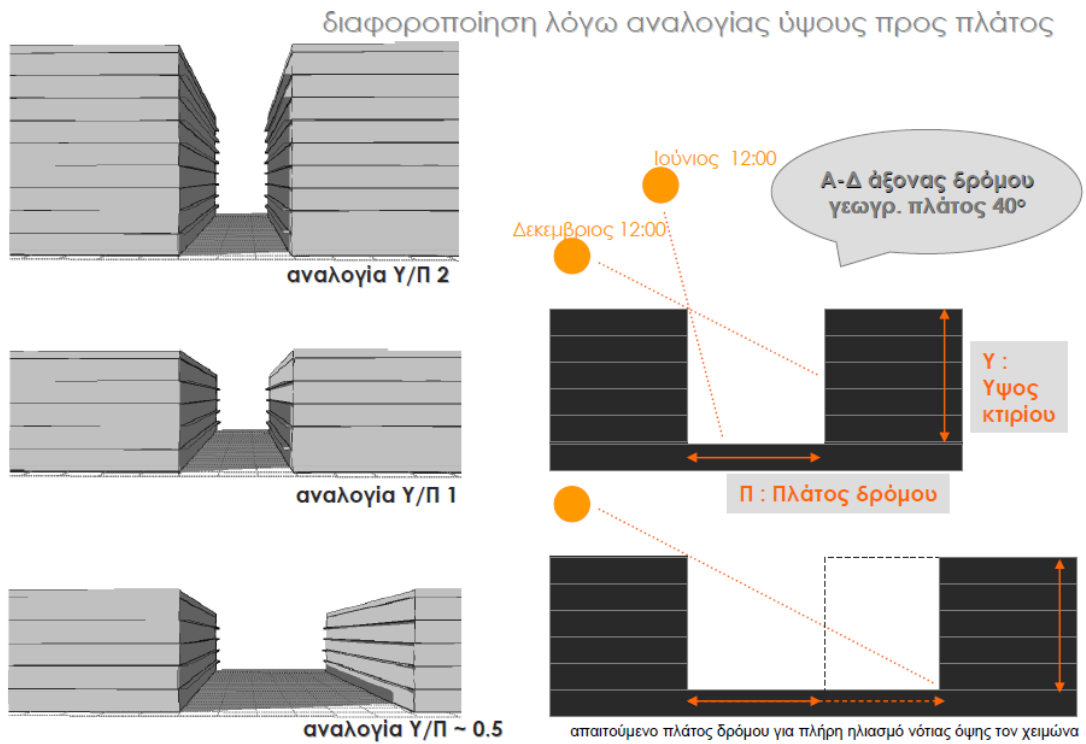
«Κάτω από το επίπεδο των δωματίων βρίσκεται το στρώμα του αστικού θόλου που παράγεται από μικρής κλίμακας διεργασίες που λειτουργούν μέσα στους δρόμους (αστικές χαράδρες) ανάμεσα στα κτίρια. Το κλίμα αυτού του στρώματος είναι ένα σμάλγμα μικροκλίματων, το κάθε ένα από τα οποία κυριαρχείται από τα χαρακτηριστικά του άμεσου περιβάλλοντός του.»  
 Oke, T.R., Boundary Layer Climates



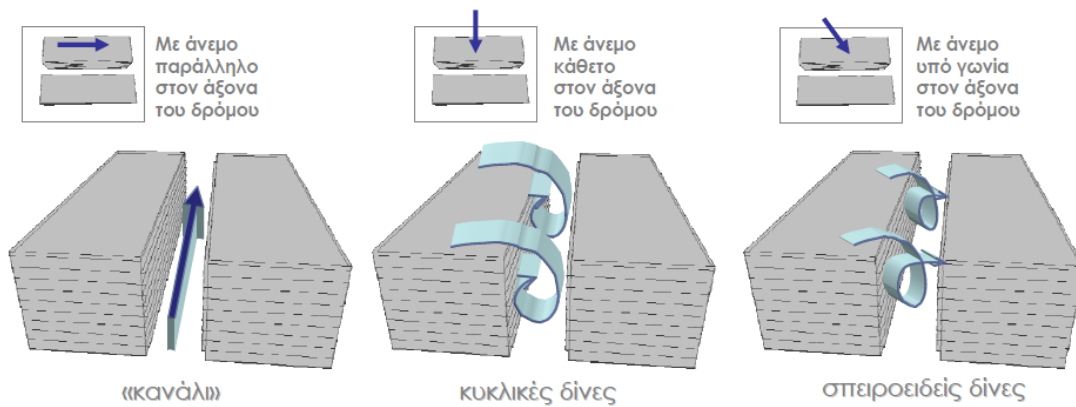
αστική χαράδρα : τοίχοι κτιρίων, δάπεδο δρόμου και όγκος αέρα ενδιάμεσα

**Εικόνα4.3:** Σχηματική απεικόνιση αστικής χαράδρας.





**Εικόνα 4.4 – 4.5:** Αστική χαράδρα – Ηλιακή πρόσβαση.



**Εικόνα 4.6:** Αστική χαράδρα – Ροή αέρα<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Εικόνες 4.3 – 4.6.

Πηγή: [www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima\\_2014.pdf](http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima_2014.pdf)

## **Κεφάλαιο 5: 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, με χαμηλές θερμοκρασίες και περιοδικά έντονους ανέμους.

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

- **Ο ηλιασμός και η ηλιοπροστασία.**
- **Ανάλυση συστήματος μετάδοσης θερμότητας δροσισμού – θέρμανσης επιφανειών.**
- **Συντελεστής θέασης του ουρανού (Sky View Factor).**
- **Φυσικός δροσισμός χώρων.**
- **Συνθήκες άνεσης.**

## **5.1 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. Το πότε και πόσο σε ένα χώρο προτιμάται ο ένας ή ο άλλος χειρισμός εξαρτάται από την χρήση του χώρου, την εποχή του έτους, τον προσανατολισμό και τις μικροκλιματικές συνθήκες της περιοχής. Το βασικό στοιχείο που πρέπει να γνωρίζει ο μελετητής για να διερευνήσει τις συνθήκες ηλιασμού κατά τη μελέτη ενός υπαίθριου χώρου, είναι η διεύθυνση της ηλιακής ακτινοβολίας σε διαφορετικές ώρες και ημέρες του έτους, η οποία εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος, όπου βρίσκεται ο χώρος.

### **5.1.1 Ηλιακή ακτινοβολία**

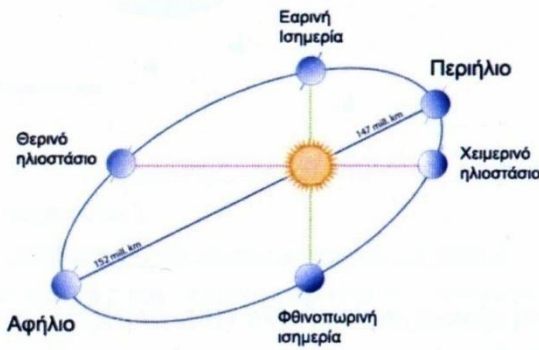
Η Γη κινείται γύρω από τον Ήλιο σε ελλειπτική τροχιά με απόσταση 152 εκατομμύρια χιλιόμετρα στο αφήλιο (το σημείο της τροχιάς ενός σώματος του Ηλιακού Συστήματος που βρίσκεται στη μεγαλύτερη απόσταση από τον Ήλιο) και 147 εκατομμύρια χιλιόμετρα στο περιήλιο ( το σημείο της τροχιάς ενός σώματος του Ηλιακού Συστήματος που βρίσκεται στη μικρότερη απόσταση από τον Ήλιο). Η κίνηση της Γης γύρω από τον Ήλιο γίνεται με μία σταθερή κλίση  $23,5^{\circ}$  του άξονα της ως προς την ιδεατή κάθετο στο επίπεδο περιφοράς, γεγονός το οποίο δημιουργεί τις εποχιακές κλιματικές διαφορές<sup>14</sup>. Επομένως το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται η Γη δεν είναι σταθερό, αλλά παρουσιάζει διακυμάνσεις. Η τροχιά περιστροφής της Γης γύρω από τον ήλιο είναι ελλειπτική με μικρή εκκεντρότητα όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί. Το αποτέλεσμα της μεταβολής της απόστασης ήλιου - γης είναι η διακύμανση της ποσότητας της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει ετησίως στην επιφάνεια της γης κατά  $\pm 3,4\%$ <sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Marzia, 1979, σελ 11.

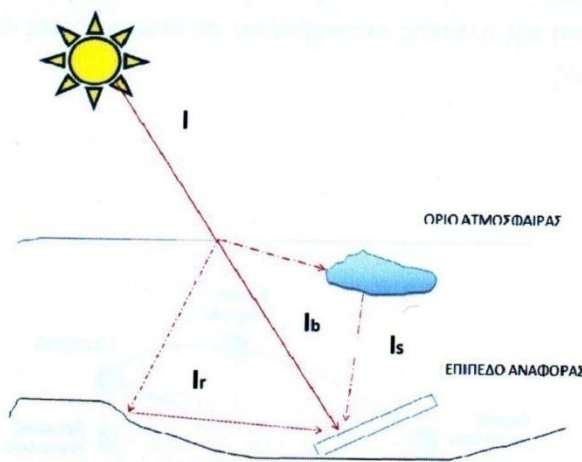
<sup>15</sup> Καλδέλης, 2001, σελ 172





Εικόνα 5.1: Ελλειπτική τροχιά της Γης από τον ήλιο.

Η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στην επιφάνεια της γης χωρίζεται σε δυο συνιστώσες την **άμεση** και την **διάχυτη**. Το άθροισμα αυτών είναι η ολική ακτινοβολία και συμβολίζεται με «G» σε ( $W/m^2$ ) όταν αναφερόμαστε σε στιγμιαία ένταση, με «I» σε ( $J/m^2$ ) όταν περιγράφεται η ωριαία ποσότητα ηλιακής ενέργειας και «H» σε ( $J/m^2$ ) όταν εξετάζεται η ημερήσια ή μηνιαία ηλιακή ενέργεια<sup>16</sup>. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε κάθε επιφάνεια στην γη αποτελείται από τρεις συνιστώσες την **άμεση (I<sub>b</sub>)** την **διάχυτη (I<sub>s</sub>)** και την **ανακλώμενη (I<sub>r</sub>)**.



Εικόνα 5.2: Συνιστώσες της ηλιακής ακτινοβολίας.

**Άμεση ηλιακή ακτινοβολία (I<sub>b</sub>)** ονομάζεται η ακτινοβολία που φθάνει κατ'ευθείαν στην Γη ή στο επίπεδο αναφοράς χωρίς σκέδαση κατά την διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Χαρακτηρίζεται από την κατεύθυνση και την χρονική

<sup>16</sup> Καλδέλης, 2001, σελ 171

περίοδο. Με καθαρό ουρανό αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Η άμεση ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από:

- Την απόσταση Ήλιου – Γης.
- Την Ηλιακή απόκλιση ( $\delta$ ).
- Το ηλιακό ύψος ( $\alpha$ ).
- Το γεωγραφικό πλάτος του τόπου ( $\phi$ ).
- Το υψόμετρο του τόπου ( $h$ ).
- Την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει ( $\beta$ ).
- Την απορρόφηση και διάχυση τη οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.

**Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία ( $I_s$ )** ονομάζεται η ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια της γης ή στο επίπεδο αναφοράς και προέρχεται από το τμήμα ακτινοβολίας που αλλάζει διεύθυνση λόγω ανάκλασης ή σκέδασης, όταν, διερχόμενο από το όριο της ατμόσφαιρας, συναντά υδρατμούς, σκόνη, καπνό και διάφορα σωματίδια.

Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία δεν έχει συγκεκριμένη κατεύθυνση. Στην περίπτωση που το επίπεδο αναφοράς είναι οριζόντιο και δεν σκιάζεται δέχεται την διάχυτη ακτινοβολία από όλο τον ουράνιο θόλο, ενώ σε κατακόρυφο επίπεδο, που δεν σκιάζεται δέχεται την μισή. Σε επίπεδο αναφοράς με τυχαία κλίση δέχεται τιμές που εξαρτώνται από την κλίση.

Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από:

- Το Ηλιακό ύψος ( $\alpha$ ).
- Το υψόμετρο του τόπου ( $h$ ).
- Την λευκαύγεια<sup>17</sup> του εδάφους.
- Την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως (υδρατμούς, σκόνη, καπνό και διάφορα σωματίδια).

---

<sup>17</sup> Η λευκαύγεια είναι το μέτρο της ανακλαστικότητας μιας επιφάνειας ή ενός σώματος.

**Ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία ( $I_r$ )** ονομάζεται η ακτινοβολία που δέχεται το επίπεδο αναφοράς και προέρχεται από την ανακλώμενη ακτινοβολία από τις γειτονικές επιφάνειες.

Η ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από:

- Την τοπογραφία του χώρου.
- Την ανακλαστικότητα των γειτονικών επιφανειών<sup>18</sup>.

### 5.1.2 Γεωμετρικές παράμετροι προσδιορισμού της ηλιακής ακτινοβολίας

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

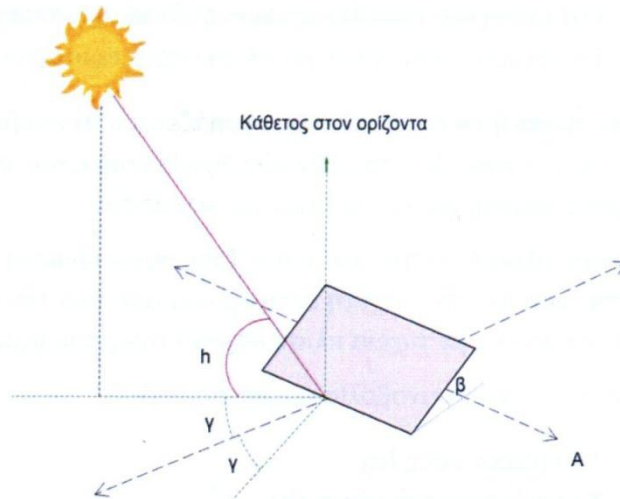
**Το ηλιακό ύψος ( $h$ ):** αποτυπώνεται ως η γωνία μεταξύ του ήλιου και του οριζώντιου επιπέδου.

**Το ηλιακό αζιμούθιο ( $\gamma$ ):** 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 ( $\beta$ ) της επιφάνειας αναφοράς:** προσδιορίζεται ως η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της επιφάνειας και του ορίζοντα.

---

<sup>18</sup> Πέρδιος, 2009, σελ.32



**Εικόνα 5.3:** 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<sup>19</sup>.



**Εικόνα 5.4:** Ηλιακό αζιμούθιο και ύψος.

<sup>19</sup> ASHRAE, 2001, σελ. 30.15

### **5.1.3 Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας – κατανομή της στο χώρο**

Από τις πιο πάνω αναλύσεις προκύπτει ότι η ποσότητα και η διάρκεια της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους σε μια περιοχή εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας, την ώρα της μέρας, την εποχή του έτους και μετεωρολογικούς παράγοντες.

Όταν οι ηλιακές ακτίνες συναντήσουν την ατμόσφαιρα της γης, ένα μέρος τους πέφτει, στα σωματίδια της σκόνης, στον καπνό, και στα σταγονίδια του νερού που αιωρούνται και τις διασκορπίζουν δημιουργώντας πολλές ανακλάσεις (φαινόμενο σκέδασης) ενώ ένα άλλο μέρος τους απορροφάται από υδρατμούς, το όζον, το διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια. Όσο πιο μεγάλο είναι το μήκος της διαδρομής μέσα από την ατμόσφαιρα και όσο πιο μεγάλο είναι το ποσοστό υδρατμών και σωματιδίων σκόνης, τόσο πιο ασθενής γίνεται η ηλιακή δέσμη<sup>20</sup>.

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.

Η ένταση της σχετίζεται με την ηλιοφάνεια καθώς έχουμε ψηλά μεγέθη σε περίπτωση καθαρού ουρανού και χαμηλά σε συννεφιά<sup>21</sup>. Στον πίνακα που ακολουθεί συγκρίνεται η ποσότητα ανά είδος ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται μια επιφάνεια, με διάφορες κλίσεις, όταν αυτή δεν σκιάζεται από φυσικά ή τεχνητά εμπόδια (λόφοι, κτίρια κ.λπ.).

---

<sup>20</sup> Goulding, 1994, σελ.21

<sup>21</sup> Κωνσταντινίδου, 2008, σελ.19

**Πίνακας 5.1:** Ποσότητα ανά είδος ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται το επίπεδο αναφοράς όταν δεν σκιάζεται από τεχνητά ή φυσικά εμπόδια.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	ΜΟΡΦΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	
	ΑΜΕΣΗ	ΔΙΑΧΥΤΗ
Οριζόντιο επίπεδο	Δέχεται μέρος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας (ανάλογα με την γωνία πρόσπτωσης)	Δέχεται την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία από όλο τον ουράνιο θόλο (100%)
Κεκλιμένο επίπεδο κάθετο στην κατεύθυνση της άμεσης ακτινοβολίας	Δέχεται όλη την άμεση ηλιακή ακτινοβολία (γωνία πρόσπτωσης 90°)	Δέχεται την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία από μέρος του ουράνιου θόλου (α%)
Κεκλιμένο επίπεδο τυχαίας θέσης ως προς την κατεύθυνση της άμεσης ακτινοβολίας	Δέχεται μέρος της άμεσης ακτινοβολίας (ανάλογα με την γωνία πρόσπτωσης)	Δέχεται την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία από μέρος του ουράνιου θόλου (α%)
Κατακόρυφο επίπεδο	Δέχεται μέρος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας (ανάλογα με την γωνία πρόσπτωσης)	Δέχεται την μισή διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία από μέρος του ουράνιου θόλου (50%)

#### **5.1.4. Ηλιακοί χάρτες**

Ηλιακοί χάρτες ονομάζονται τα διαγράμματα, τα οποία απεικονίζουν τις φαινόμενες τροχιές του ήλιου στο επίπεδο ορθής προβολής για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος<sup>22</sup>.

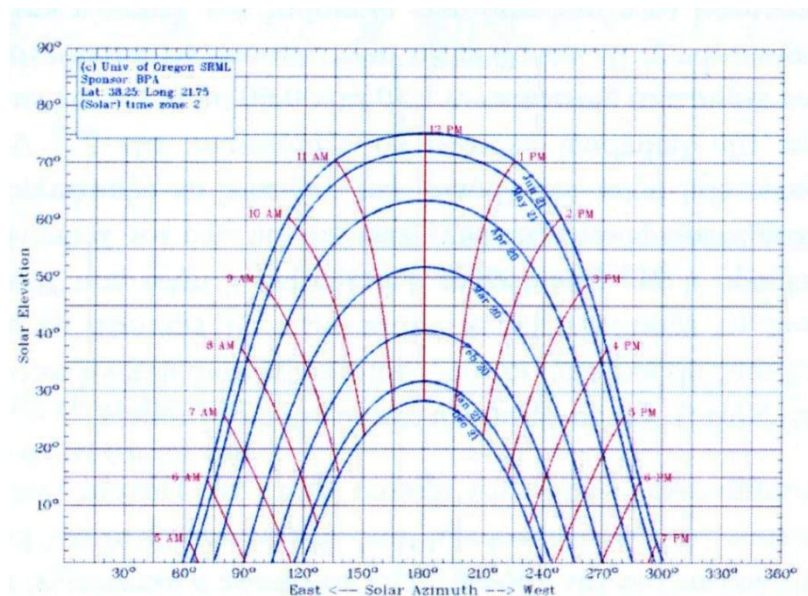
Ο τρόπος απεικόνισης της φαινόμενης τροχιάς του ήλιου, για το συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος γίνεται μέσω διαγραμμάτων σε ορθή προβολή. Στον παρακάτω πίνακα έχουμε τον ηλιακό χάρτη για το γεωγραφικό πλάτος 38°, δηλαδή στην Πάτρα. Υπάρχουν επτά φαινόμενες τροχιές, από τις οποίες, αυτή με

<sup>22</sup> Ανδρεαδάκη, 2006, σελ.60

την χαμηλότερη τροχιά ανήκει στον Δεκέμβρη ενώ αυτή με την μεγαλύτερη στον Ιούνιο, οι υπόλοιπες αντιστοιχούν στους υπόλοιπους μήνες, ανά ζεύγη. Η κάθε θέση του ήλιου ορίζεται από την γωνία του αζιμούθιου και την γωνία του ύψους. Στον οριζόντιο άξονα του ηλιακού χάρτη καταγράφονται οι γωνίες του αζιμούθιου ως προς τον ηλιακό νότο, που βρίσκεται στο κέντρο με γωνία  $180^\circ$ , ενώ στον κατακόρυφο το ηλιακό ύψος, για κάθε ηλιακή ώρα του κάθε μήνα του έτους. Αριστερά του Νότου, κατά τον οριζόντιο άξονα, στην γωνία  $90^\circ$  ορίζεται η Ανατολή ενώ αντίστοιχα στα δεξιά σε γωνία  $270^\circ$  ορίζεται η Δύση.

Για παράδειγμα αν θέλουμε να προσδιορίσουμε τη θέση του ήλιου στις 21 Μαρτίου, στις 9:00π.μ., σε ένα τόπο με γεωγραφικό πλάτος  $38^\circ$  (Πάτρα), ακολουθούμε την εξής πορεία:

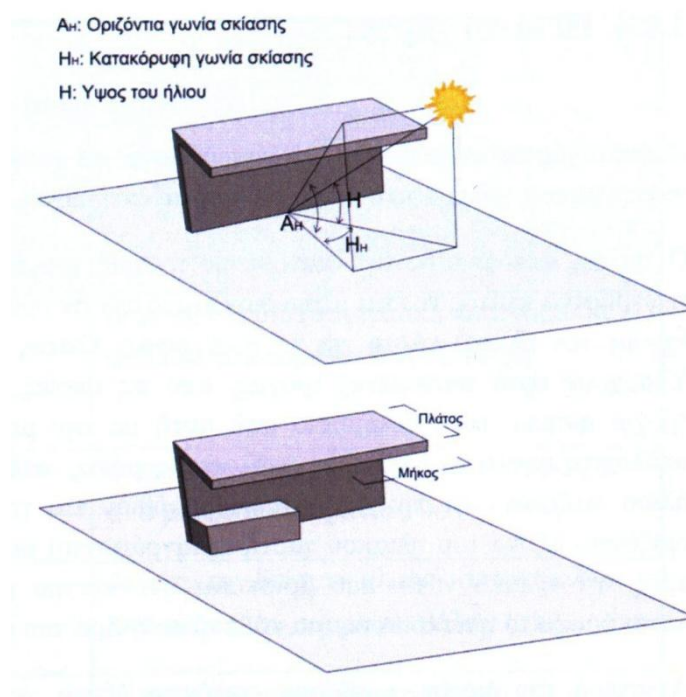
1. Βρίσκουμε τον ηλιακό χάρτη που ανήκει σε  $38^\circ$  Β.Γ.Π.
2. Βρίσκουμε την τροχιά του ήλιου που αντιστοιχεί στην 21<sup>η</sup> Μαρτίου και την καμπύλη της 9<sup>ης</sup> ώρας π.μ.
3. Στο σημείο τομής της τροχιάς του ήλιου και της ώρας φέρνουμε κάθετη προς τον οριζόντιο άξονα και διαβάζουμε την γωνία του αζιμούθιου.
4. Με τον ίδιο τρόπο φέρνουμε και την κάθετη προς τον κατακόρυφο άξονα, προκειμένου να διαβάσουμε το ύψος του ήλιου (Ηη).



**Εικόνα 5.5:** Ηλιακός χάρτης της Πάτρας.

( πηγή: <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html> )

Η χρήση γωνιών ύψους και αζιμούθιου στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι το εργαλείο για να υπολογίσουμε τον σκιασμό που δημιουργούν οι επιφάνειες και κατ' επέκταση να εξασφαλίσουμε ηλιασμό τον χειμώνα και προστασία από τον ήλιο το καλοκαίρι. Στην συνέχεια θα μελετήσουμε τις παραμέτρους όπως αυτές επιδρούν σε ένα καθιστικό διαστάσεων 1,50μ x 0,60μ θέλοντας να ελέγξουμε τον ηλιασμό του. Για την χειμερινή περίοδο θα εξετάσουμε την 21<sup>η</sup> Δεκέμβρη γιατί τότε είναι η μικρότερη μέρα του χρόνου και συνεπώς αν εξασφαλίσουμε τότε τον ηλιασμό του υπαίθριου χώρου, εξασφαλίζεται και για όλο τον χειμώνα. Αντίστοιχα για την θερινή περίοδο η 21<sup>η</sup> Ιουνίου είναι η μεγαλύτερη μέρα του χρόνου και πρέπει οπωσδήποτε τότε να εξασφαλιστεί ηλιοπροστασία. Η εξέταση θα περιλαμβάνει και τους τρεις κύριους προσανατολισμούς, που λαμβάνουν ηλιακή ακτινοβολία (Ανατολικό, Δυτικό και Νότιο), για να γίνουν οι αντίστοιχες συγκρίσεις.



**Εικόνα 5.6:** Υπολογισμός διαστάσεων στεγάστρου λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας.

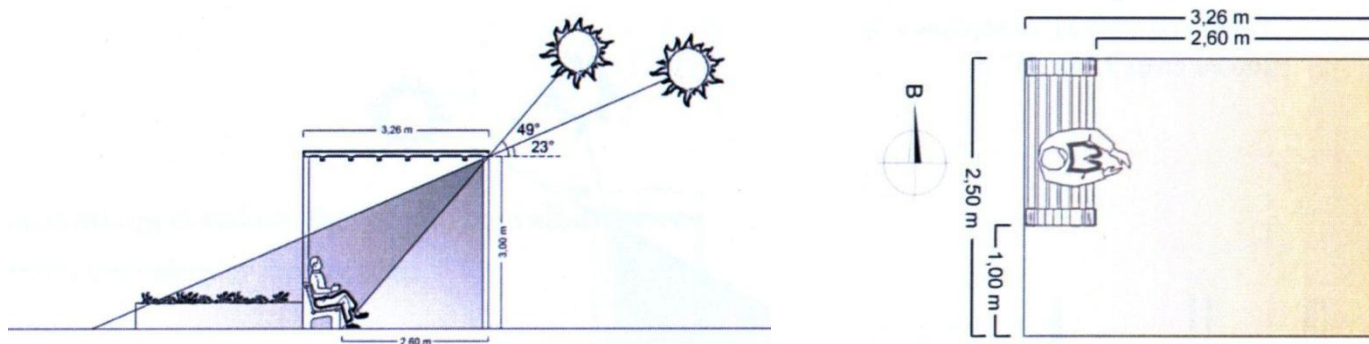


Λαμβάνοντας υπόψη τον ηλιακό χάρτη της Πάτρας, τους γεωμετρικούς τύπους για τη εφαπτόμενη μιας γωνίας που είναι ίση με την απέναντι κάθετη αυτής της γωνίας δια την προσκείμενη προέκυψε ο ακόλουθος πίνακας:

**Πίνακας 5.2:** Δεδομένα υπολογισμού διαστάσεων στεγάστρου.

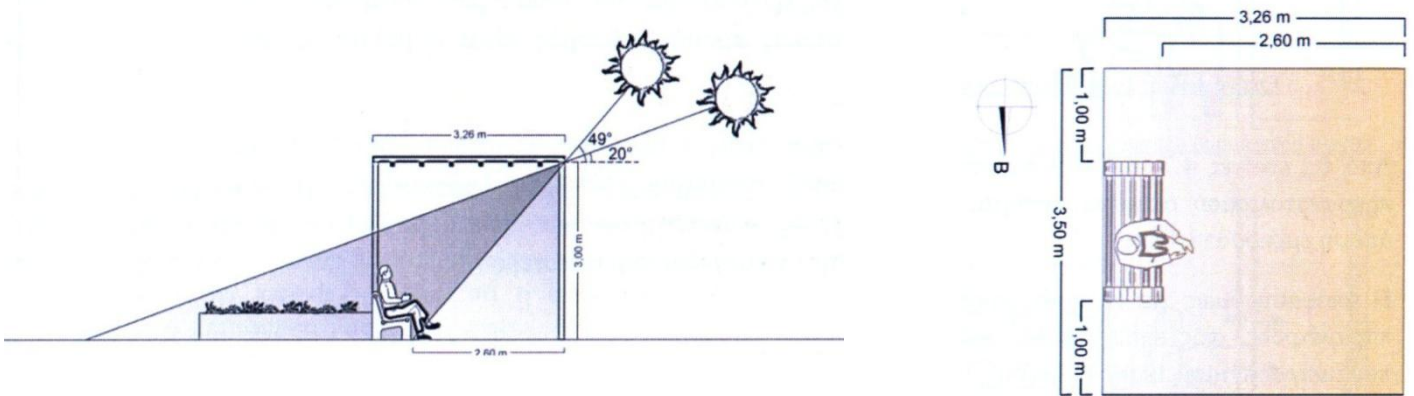
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΠΑΓΚΑΚΙΟΥ	ΠΛΑΤΟΣ ΣΤΕΓΑΣΤΡΟΥ $b = h/\tan(\alpha)$	ΜΗΚΟΣ ΣΤΕΓΑΣΤΡΟΥ $l = b \cdot \tan(\beta)$	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΤΕΓΑΣΤΡΟΥ
Ανατολικός	2,6μ	1μ από αριστερά	8,14m <sup>2</sup>
Δυτικός	2,6μ	1μ από αριστερά / 1μ από δεξιά	11,39m <sup>2</sup>
Νότιος	0,81μ	3μ από αριστερά / 3μ από δεξιά	11m <sup>2</sup>

- Το παγκάκι που έχει ανατολικό προσανατολισμό τότε στις 21 Ιουνίου το ηλιακό ύψος θα είναι 49° στις 9:00 ενώ στις 21 Δεκεμβρίου θα είναι 23° στις 9:00 και οι διαστάσεις του στεγάστρου του θα είναι 2,50 x 3,26m.



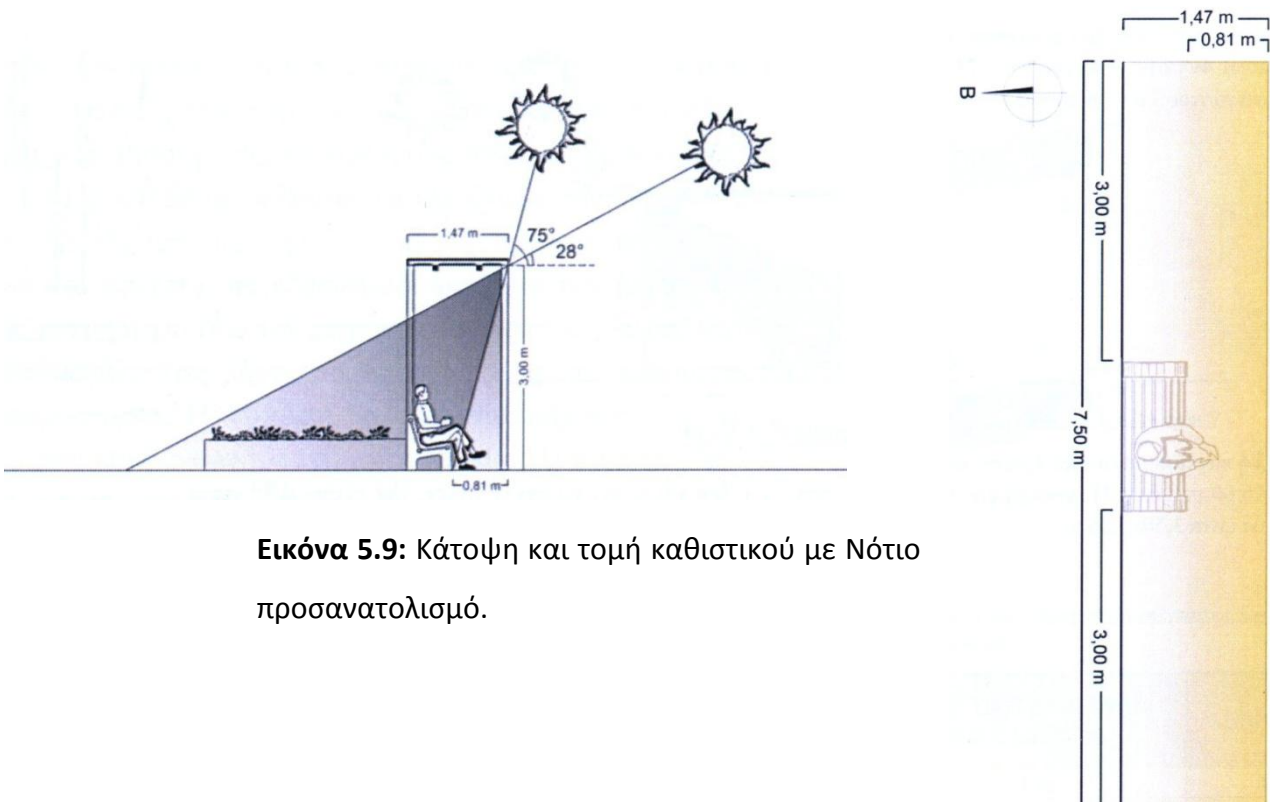
**Εικόνα 5.7:** Κάτοψη και τομή καθιστικού με Ανατολικό προσανατολισμό.

- Το παγκάκι με Δυτικό προσανατολισμό τότε στις 21 Ιουνίου το ηλιακό ύψος θα είναι  $49^\circ$  στις 15:00 ενώ στις 21 Δεκεμβρίου θα είναι  $20^\circ$  στις 15:00 και οι διαστάσεις του στεγάστρου του θα είναι 3,50 x 3,26m.



**Εικόνα 5.8:** Κάτοψη και τομή καθιστικού με Δυτικό προσανατολισμό.

- Το παγκάκι με Νότιο προσανατολισμό στις 21 Ιουνίου το ηλιακό ύψος θα είναι  $75^\circ$  στις 12:00 ενώ στις 21 Δεκεμβρίου θα είναι  $28^\circ$  στις 12:00 και οι διαστάσεις του στεγάστρου του θα είναι 7,50 x 1,47m.



**Εικόνα 5.9:** Κάτοψη και τομή καθιστικού με Νότιο προσανατολισμό.

Από τις παραπάνω εικόνες παρατηρούμε ότι, η γεωμετρία του σκιάστρου συναρτήσει του προσανατολισμού διαφέρει αισθητά. Ο ανατολικός προσανατολισμός είναι ο βέλτιστος από άποψη εμβαδού (8,14m<sup>2</sup>).

Η απόφαση όμως για το ποιος προσανατολισμός είναι ο βέλτιστος εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους, στις οποίες, εκτός από την ηλιακή γεωμετρία πρέπει να ληφθούν υπ' όψη και παράμετροι έντασης και διεύθυνσης. Ο συνδυασμός σκιάστρου και τοποθέτησης ψηλών δένδρων δεξιά και αριστερά από το παγκάκι μειώνει αισθητά το μέγεθος του σκιάστρου.

## **5.2 Ανάλυση συστήματος ψύξης – θέρμανσης επιφανειών**

### **5.2.1 Γενικά**

Το ανθρώπινο σώμα βρίσκεται σε συνεχή ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Οι τρόποι ανταλλαγής θερμότητας που υπάρχουν είναι οι εξής:

- **Με αγωγή:** είναι η μεταφορά ενέργειας από τα σωματίδια μιας ουσίας με την περισσότερη ενέργεια προς τα γειτονικά τους με μικρότερη ενέργεια εξαιτίας των μεταξύ τους αλληλοεπιδράσεων αγωγή και μπορεί να λάβει χώρα τόσο στα στερεά, όσο στα υγρά και αέρια<sup>23</sup>. Στο παράδειγμα της εικόνας 5.10 φαίνεται η αγωγή μεταξύ του ατόμου και της μαρμάρινης επιφάνειας στην οποία κάθετα, η οποία έχει διαφορετική θερμοκρασία από το άτομο.

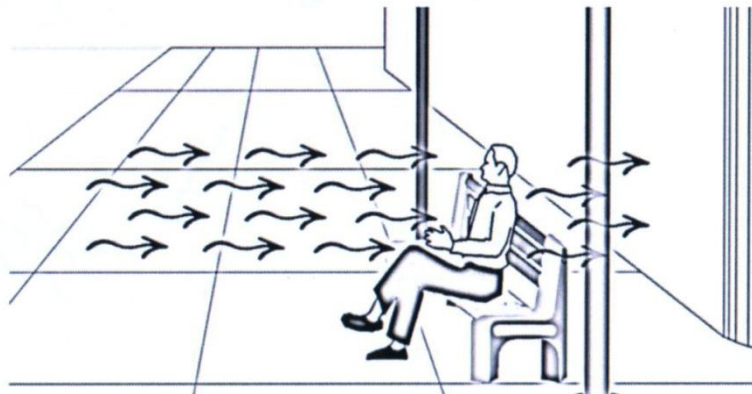
---

<sup>23</sup> Rohsenow, 1998, σελ.1.1



**Εικόνα 5.10:** Θερμότητα με αγωγή μεταξύ μαρμάρινου υλικού και ανθρώπου.

- **Με συναγωγή:** είναι η μεταφορά ενέργειας μεταξύ μιας στερεάς επιφάνειας και της γειτονικής υγρής ή αέριας φάσης, η οποία βρίσκεται σε κίνηση, είναι δηλαδή το συνδυασμένο αποτέλεσμα αγωγής και κίνησης του ρευστού<sup>24</sup>. Στην εικόνα 5.11 φαίνεται η θερμότητα με συναγωγή του θερμού αέρα που μεταφέρεται στον άνθρωπο.



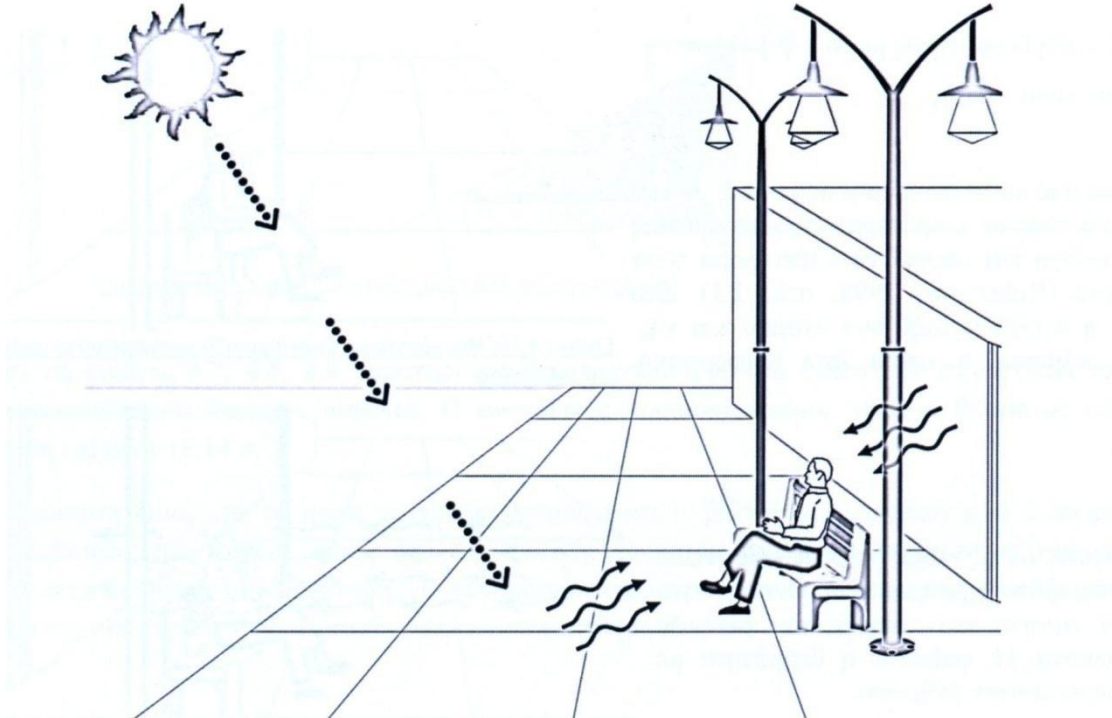
**Εικόνα 5.11:** Θερμότητα με συναγωγή μεταξύ αέρα και ανθρώπου.

- **Με ακτινοβολία:** είναι η ενέργεια που εκπέμπεται από την ύλη με μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων (ή φωτονίων) εξαιτίας των μεταβολών στην ηλεκτρονική διαμόρφωση των ατόμων και των μορίων. Η μεταφορά ενέργειας με ακτινοβολία δεν απαιτεί παρουσία υλικού μέσου<sup>25</sup>. Έτσι και στο συγκεκριμένο παράδειγμα της εικόνας 5.12 ο ήλιος θερμαίνει την γη διαμέσου του αστρικού κενού με ακτινοβολία. Ο ήλιος προσπίπτει πάνω

<sup>24</sup> Rohsenow, 1998, σελ.1.4

<sup>25</sup> Rohsenow, 1998, σελ.1.3

στις επιφάνειες τις θερμαίνει και στην συνέχεια ακτινοβολείται αυτή η θερμότητα στον άνθρωπο<sup>26</sup>.



Εικόνα 5.12: Θερμότητα με ακτινοβολία.

### **5.2.2 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.

**Απορροφητικότητα ( $\alpha$ )** μιας επιφάνειας ορίζεται το κλάσμα της απορροφημένης ακτινοβολίας δια της προσπίπτουσας σε αυτήν ακτινοβολία. Οι τιμές της απορροφητικότητας κυμαίνονται μεταξύ 0 και 1. Το μέλαν σώμα απορροφά ( $\alpha = 1$ ) και εκπέμπει ( $\epsilon = 1$ ) τέλεια<sup>27</sup>.

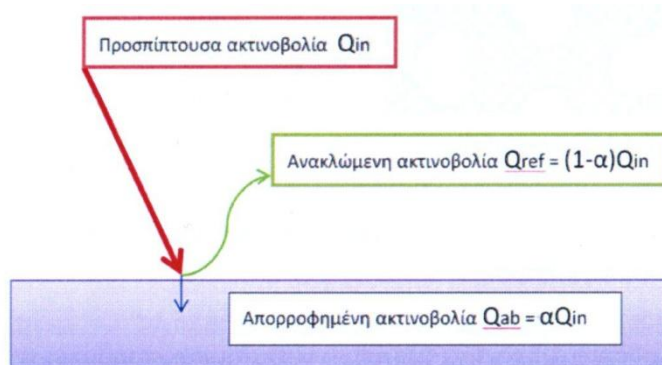
<sup>26</sup> Cengel, 2005, σελ. 170 - 177

<sup>27</sup> Young, 1994, σελ 437

**Ανακλαστικότητα ( $\rho$ )** μιας επιφάνειας ορίζεται το κλάσμα της ανακλώμενης ακτινοβολίας δια της προσπίπτουσας σε αυτήν ακτινοβολία και λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Ένα ιδανικό κάτοπτρο δεν απορροφά καθόλου ακτινοβολία ( $\rho = 1$ ) (ibid).

**Διαπερατότητα ( $\tau$ )** μιας επιφάνειας ορίζεται το κλάσμα της ακτινοβολίας που το διαπερνά δια της προσπίπτουσας σε αυτήν ακτινοβολία και λαμβάνει τιμές από 0 έως 1. Ένας ιδανικός υαλοπίνακας επιτρέπει όλη την ακτινοβολία να τον διαπεράσει ( $\tau = 1$ ), ενώ ένα αδιαφανές σώμα δεν επιτρέπει την ακτινοβολία να το διαπεράσει (ibid).

Οι παραπάνω παράμετροι ικανοποιούν την σχέση  $\alpha + \rho + \tau = 1$



**Εικόνα 5.13:** Προσπίπτουσα ακτινοβολία σε αδιαφανές σώμα ( $\tau = 0$ ).

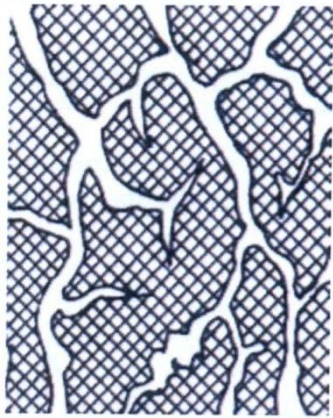
**Συντελεστής εκπομπής ( $\epsilon$ )** μιας επιφάνειας ορίζεται ο αδιάστατος αριθμός (καθαρός αριθμός χωρίς οποιεσδήποτε φυσικές μονάδες) με τιμές μεταξύ του 0 και 1 που παριστάνει τον λόγο του ρυθμού εκπομπής από την συγκεκριμένη επιφάνεια προς τον ρυθμό εκπομπής από μια ιδανική επιφάνεια (μέλαν σώμα) που είναι ίσου εμβαδού και ίδιας θερμοκρασίας (ibid).

**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<sup>28</sup>. Ως πορώδη υλικά μπορούν να χαρακτηριστούν όλα τα υλικά που έχουν πόρους όπως η πέτρα, το σκυρόδεμα κ.α., ενώ τα μέταλλα και κάποια

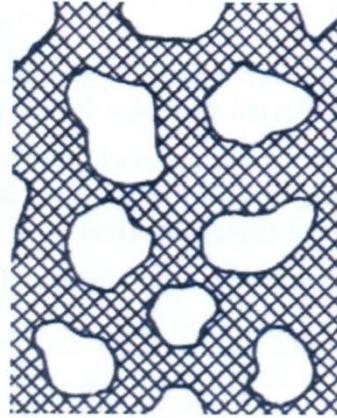
<sup>28</sup> Τριανταφύλλου, 2011, σελ.17



συνθετικά υλικά, όπως το γυαλί, που μέσω από κατάλληλη επεξεργασία δεν έχει πόρους, θεωρούνται μη πορώδη.



**Εικόνα 5.14:** Ανοιχτοί πόροι.



**Εικόνα 5.15:** Κλειστοί πόροι.

( Πηγή: Τριανταφύλλου (2011), Δομικά Υλικά, 9<sup>η</sup> έκδοση, σελ. 17 )

Από το πορώδες επηρεάζονται οι ιδιότητες των υλικών και κυρίως:

- Η αντοχή τους (στατική, θλίψη, εφελκυσμό, διάτμηση, στρέψη, κρούση, αποκόλληση, κόπωση).
- Η συμπεριφορά τους απέναντι στο νερό, στα αέρια και τις καιρικές συνθήκες. Ειδικά απέναντι στο νερό μας αφορά η δυνατότητα αναρρόφησης και απόδοσης, υδροπερατότητα (δηλαδή η αντίσταση που προβάλλει το υλικό κατά την διέλευση του νερού από την μάζα του)<sup>29</sup>.
- Την θερμική συμπεριφορά τους (θερμοαγωγιμότητα, ανακλαστικότητα, απορροφητικότητα, μεταφορά θερμότητας με επαφή) (ibid).

**Συντελεστής θερμοπερατότητας:** Με τον όρο θερμοπερατότητας (U) εννοείται η ποσότητα θερμότητας (σε joule), η οποία περνά στην μονάδα του χρόνου (ανά sec), μέσα από την μονάδα επιφάνειας ( $1\text{m}^2$ ) δομικού στοιχείου με πάχος d (σε m), όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ακίνητου αέρα που εφάπτεται στις δυο επιφάνειες του στοιχείου διατηρείται σταθερά ίση προς 1

---

<sup>29</sup> Κορωναίος, 2006, σελ.6

Kelvin<sup>30</sup>. Συνεπώς ο συντελεστής θερμοπερατότητας αποτελεί μέτρο της ικανότητας ενός υλικού να άγει θερμότητα και γενικά μεταβάλλεται με την θερμοκρασία.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι ένα μέτρο της μονωτικής ικανότητας ενός υλικού. Όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του, τόσο πιο αποτελεσματική είναι η μόνωση για το συγκεκριμένο πάχος και τόσο μεγαλύτερη η εξοικονόμηση ενέργειας. Οι κύριοι παράγοντες που το επηρεάζουν είναι το πορώδες του υλικού και η περιεκτικότητα του σε υγρασία, τα περισσότερα μονωτικά υλικά έχουν πορώδη δομή<sup>31</sup>.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίδονται ενδεικτικές τιμές, του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων υλικών πάχους 1m χρησιμοποιώντας τα δεδομένα για το συντελεστή αγωγιμότητας του υλικού από το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 – 2 – 2010.

**Πίνακας 5.3 :** Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφόρων υλικών για θεωρητικό πάχος 1m.

<b>ΥΛΙΚΟ ΠΑΧΟΥΣ 1m</b>	<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ W/m<sup>2</sup>K</b>
Κεραμικά πλακίδια	0,86
Οπλισμένο σκυρόδεμα	1,64
Τσιμεντοκονία	0,74
Σύνηθες θερμομονωτικό υλικό	0,03

**Ειδική θερμότητα (C)** ορίζεται ως η ενέργεια που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας μια μονάδας μάζας κατά ένα βαθμό. Η ειδική θερμότητα σε σταθερή πίεση (C<sub>p</sub>) μπορεί να θεωρηθεί ως η ενέργεια που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας μιας μονάδας μάζας μιας ουσίας κατά ένα βαθμό καθώς η πίεση διατηρείται σταθερή.

Η ειδική θερμότητα σε σταθερό όγκο μπορεί να θεωρηθεί ως η ενέργεια που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας μια μονάδας μάζας μιας ουσίας κατά ένα βαθμό καθώς ο όγκος διατηρείται σταθερός<sup>32</sup>.

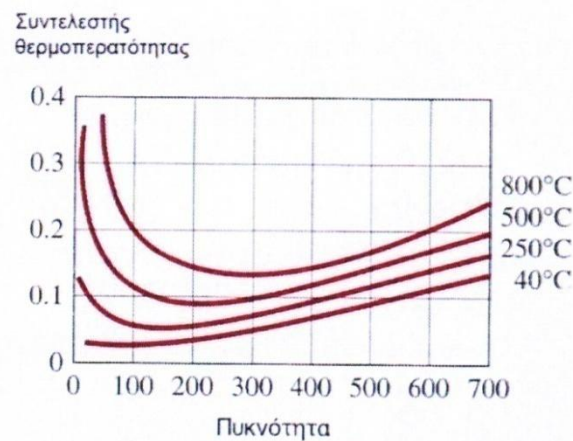
<sup>30</sup> Παπαδόπουλος, 1979, σελ. 4

<sup>31</sup> Cengel, 2005, σελ. 42,99,239,265

<sup>32</sup> Cengel, 2005, σελ. 66



**Πυκνότητα (d)** είναι η συγκέντρωση της μάζας ανά μονάδα όγκου. Η πυκνότητα ενός υλικού καθώς και των μονωτικών υλικών επηρεάζει το βάρος και τις θερμικές ιδιότητες. Γενικά η θερμική αγωγιμότητα μειώνεται με την πυκνότητα φθάνει σ' ένα ελάχιστο σημείο και στην συνέχεια αυξάνεται<sup>33</sup>. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται η μεταβολή της θερμοπερατότητας ορισμένων μονωτικών υλικών συναρτήσει της πυκνότητας.



**Εικόνα 5.16:** Μεταβολή της θερμοπερατότητας ορισμένων μονωτικών υλικών συναρτήσει της πυκνότητας<sup>34</sup>.

**Θερμική διαχυτότητα** είναι το γινόμενο της ειδικής θερμότητας σε σταθερή πίεση επί την πυκνότητα που συναντάται στην ανάλυση μεταφοράς θερμότητας ονομάζεται θερμοχωρητικότητα. Η Θερμική διαχυτότητα παριστάνει το πόσο γρήγορα διαχέεται η θερμότητα δια μέσου υλικού και ορίζεται σαν τον λόγο της αγόμενης θερμότητας προς την θερμική αδράνεια<sup>35</sup>.

Ο όρος **θερμοχωρητικότητα**<sup>36</sup> δίνει την λανθασμένη εντύπωση ότι το σώμα περιέχει κάποιο ποσό θερμότητας ενώ στην πραγματικότητα καταδεικνύει την ικανότητα ενός σώματος να αποθηκεύει την θερμότητα.

<sup>33</sup> Cengel, 2005, σελ. 240

<sup>34</sup> Πηγή: Cengel Y. ( 2005), Μεταφορά Θερμότητας: Μια πρακτική προσέγγιση, σελ 240

<sup>35</sup> Cengel, 2005, σελ. 49

<sup>36</sup> Young, 1994, σελ. 425

**Θερμοχωρητικότητα** (C σε J/K ή J/°C) ενός υλικού, συστήματος ή δομικού στοιχείου ορίζεται η ποσότητα θερμότητας που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία του κατά 1 βαθμό °K ή °C.

**Ειδική Θερμοχωρητικότητα** (C σε J/KgK ή J/Kg°C) είναι η θερμοχωρητικότητα ανοιγμένη στην μονάδα μάζας<sup>37</sup>.

Με τον όρο **αδράνεια** στην φυσική χαρακτηρίζεται η τάση που έχει ένα σώμα να παραμείνει στην αρχική του κατάσταση όταν σ' αυτό επιβληθούν συνθήκες για να την ανατρέψουν. Με τον όρο θερμική αδράνεια, ονομάζουμε την τάση που έχει ένα σώμα προκειμένου να αλλάξει την θερμική ισορροπία του, να απορροφά ή να αποδίδει θερμότητα. Από τη θερμική αδράνεια της κατασκευής εξαρτάται ο χρόνος υστέρησης του χώρου (η χρονική διαφορά μεταξύ της εμφάνισης της μέγιστης θερμοκρασίας εξωτερικά και της μέγιστης θερμοκρασίας εσωτερικά), ενώ για τους ανοιχτούς χώρους, αυτή η αποθήκη θερμότητας έχει ως αποτέλεσμα να διατηρούνται αυξημένες θερμοκρασίες για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, όταν τα υλικά επίστρωσης χαρακτηρίζονται από αυξημένη θερμοχωρητικότητα.

Από τον ορισμό της θερμοχωρητικότητας συνάγονται τα εξής συμπεράσματα:

- Υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και πυκνότητα όπως η άσφαλτος, η πέτρα, το τούβλο, το σκυρόδεμα κ.λπ. την θερινή περίοδο αποθηκεύουν θερμότητα στην μάζα τους, την οποία αποβάλλουν τις βραδινές ώρες με αποτέλεσμα το περιβάλλον να μην αποφορτίζεται από την πτώση της θερμοκρασίας. Τις πρωινές ώρες με την έναρξη της νέας ημέρας η θερμοκρασία του περιβάλλοντος να είναι υψηλή και προστίθενται οι νέες επιβαρύνσεις.
- Το νερό έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα και μεγάλα ποσά θερμικής ενέργειας αποθηκεύονται την ημέρα, ταυτόχρονα η συνεχής εξάτμιση του νερού την ημέρα και τη νύχτα «δροσίζει» το περιβάλλον και συνεπώς επηρεάζει σημαντικά το κλίμα και το μικροκλίμα μιας περιοχής.
- Τα ψυχρά υλικά όπως η ψυχρή άσφαλτος, οι πλάκες πεζοδρομίου κ.λπ. αν και έχουν σημαντική θερμοχωρητικότητα αποθηκεύουν περιορισμένη ποσότητα θερμότητας λόγω της μεγάλης ανακλαστικότητας που διαθέτουν

---

<sup>37</sup> Cengel, 2005, σελ. 49

και τις βραδινές ώρες με την πτώση της θερμοκρασίας το περιβάλλον αποφορτίζεται.

Όσο λοιπόν μεγαλύτερη είναι η θερμοχωρητικότητα (η ειδική θερμοχωρητικότητα επί τη μάζα του) ενός στοιχείου, τόσο ευνοείται και η θερμική αδράνεια του υλικού για παράδειγμα κατασκευές από σκυρόδεμα ή πέτρα.

Οι αστικοί χώροι λόγω έλλειψη πρασίνου και φυσικού εδάφους με πυκνή δόμηση από σκυρόδεμα, τούβλα, μαύρη άσφαλτο, υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα έχουν μεγαλύτερη θερμική αδράνεια σε σχέση με τις φυτεμένες περιαστικές επιφάνειες διότι αφ ενός η θερμοχωρητικότητα και η μάζα των τελευταίων είναι σχεδόν αμελητέα και αφ' ετέρου η διεργασίες εξατμισοδιαπνοής για την ανάπτυξη τους αποφορτίζουν τον αέρα από τις υψηλές θερμοκρασίες ενώ παράλληλα τον εμπλουτίζουν με υγρασία. Ανάλογη συμπεριφορά παρουσιάζει και το έδαφος διότι η αναρροφούμενη θερμότητα βοηθά την εξάτμιση της φυσικής υγρασίας με αποτέλεσμα την μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και της επιφανειακής θερμοκρασίας του εδάφους.

Στην Ελλάδα και κυρίως στις μεγάλες πόλεις με την πυκνή και εκτεταμένη δόμηση και τα υλικά κατασκευής των κτιρίων με μεγάλη θερμοχωρητικότητα (σκυρόδεμα, οπτόπλινθοι) των δρόμων και των πεζοδρομίων (άσφαλτος, τσιμεντόπλακες) υπάρχει μεγάλη θερμική αδράνεια και συνεπώς αμβλύνονται οι θερμοκρασιακές αιχμές τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα, πολλές φορές τη θερινή περίοδο να μην μειώνεται η αστική θερμοκρασία τη νύχτα σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μας πληροφορεί πόσο εύκολα ρέει η θερμότητα από ένα υλικό, ενώ η θερμοχωρητικότητα πόση θερμότητα αποθηκεύεται σ' ένα υλικό. Στον βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός ανοιχτού χώρου παίζει σπουδαίο ρόλο η θερμοχωρητικότητα και όχι η θερμοπερατότητα η οποία είναι πολύ σημαντική για την ενεργειακή απόδοση του κλειστού χώρου.

### **5.2.3 Παράγοντες θερμικής ισορροπίας σε αστικό χώρο**

Οι θερμικές δυνάμεις που ενεργούν πάνω στις διάφορες επιφάνειες είναι συνδυασμός των τριών παραγόντων της μετάδοσης θερμότητας: **Ακτινοβολία – Συναγωγή – Αγωγή.**

Η θερμική συναλλαγή με ακτινοβολία αποτελείται αφενός από την άμεση προσπίπτουσα και την διάχυτη από τον ουράνιο θόλο ηλιακή ακτινοβολία (ακτινοβολία μικρού κύματος) και αφετέρου από την θερμική ακτινοβολία μεταξύ των επιφανειών (μεγάλου μήκους κύματος).

Η θερμική συναλλαγή με συναγωγή λαμβάνει χώρα με την βοήθεια του ανέμου, που επηρεάζεται από την ταχύτητα και από τις ανταλλαγές θερμότητας κατά την διαδρομή του (ψυχρές – θερμές επιφάνειες, εξάτμιση από υδάτινο στοιχείο κ.λπ.). Το θερμικό αποτέλεσμα της συναγωγής αποτελεί μια συνάρτηση ανταλλαγής θερμότητας με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου και μπορεί να αυξηθεί με την κίνηση του αέρα <sup>38</sup>.

Η θερμική συναλλαγή με αγωγή συντελείται μεταξύ των στερεών σωμάτων, όπως για παράδειγμα μεταξύ πλακόστρωτου και εδάφους.

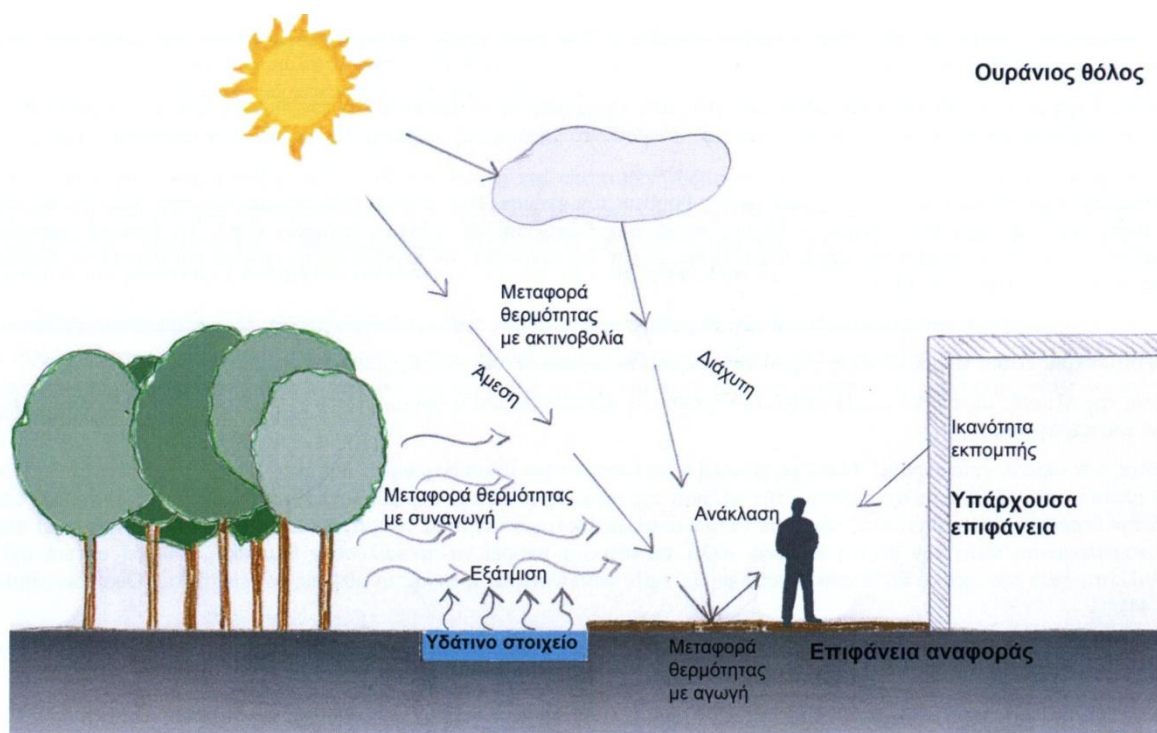
Η εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου επηρεάζεται καθοριστικά από τους εξής παράγοντες:

1. Ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η εποχή του χρόνου, η ηλιοφάνεια και ο σκιασμός του χώρου αποτελούν τις κύριες συνιστώσες αυτού του παράγοντα.

---

<sup>38</sup> Olgyay, 1962, σελ. 112

2. Το είδος των υλικών επίστρωσης. Υλικά με χαμηλή ανακλαστικότητα (σκουρόχρωμες επιφάνειες) υπερθερμαίνονται όταν εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και την θερμική δυσφορία του ατόμου κατά την θερινή περίοδο. Αντίθετα, υλικά με υψηλή ανακλαστικότητα (ανοιχτά χρώματα και ανακλαστικές επιφάνειες) αποτρέπουν την υπερθέρμανση κατά την θερινή περίοδο, αλλά ταυτόχρονα μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση, δηλαδή οπτική όχληση που προκαλείται όταν στο οπτικό πεδίο επικρατούν ψηλές τιμές φωτεινότητας ή ψηλές αντιθέσεις φωτεινότητας<sup>39</sup>.



**Εικόνα 5.17:** Παράγοντες θερμικής ισορροπίας στο χώρο.

3. Την ταχύτητα της επιφάνειας των υλικών επίστρωσης. Όταν η επιφάνεια του υλικού είναι λεία, αντανακλάται σε μεγαλύτερο βαθμό η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία από τις διάφορες κατευθύνσεις.
4. Θερμοχωρητικότητα των υλικών επίστρωσης. Όσο πιο μεγάλη είναι η θερμοχωρητικότητα των υλικών τόσο μεγάλος ο χρόνος υστέρησης που παρατηρείται η μέγιστη θερμοκρασία του αέρα.

<sup>39</sup> Οικονομόπουλος, 1975, σελ.44

5. Τα υλικά με υψηλό πορώδες χαρακτηρίζονται από υψηλή διαπερατότητα σε νερό. Με την αύξηση του πορώδους επιτρέπεται η διείσδυση νερού στο υπέδαφος επηρεάζοντας έτσι άμεσα το κλίμα.

### **5.2.3.1 Απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία**

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία, άμεση ή έμμεση, προσπέσει σε μια αδιαφανή επιφάνεια αναφοράς, ένα τμήμα της ανακλάται και ένα τμήμα της απορροφάται. Η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία ενός υλικού είναι στην πράξη ανεξάρτητη από την θερμοκρασία επιφάνειας. Ωστόσο η απορροφητικότητα εξαρτάται κατά πολύ από την θερμοκρασία της πηγής από όπου προέρχεται<sup>40</sup>.



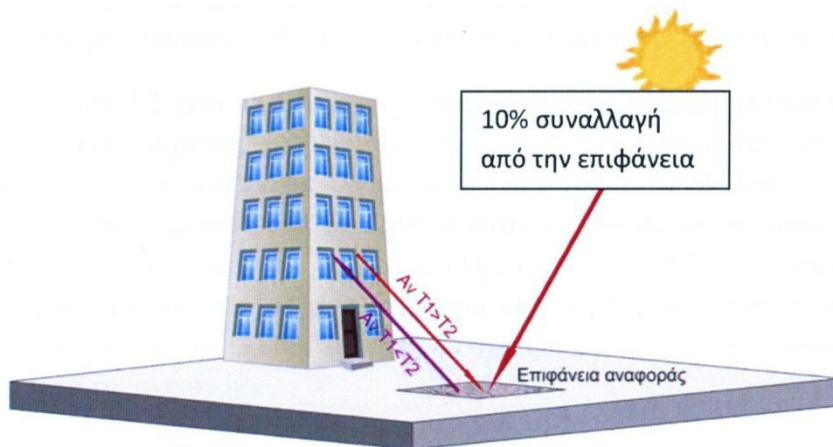
**Εικόνα 5.18:** Υλικά επιφανειών – ανακλαστικότητα<sup>41</sup>.

Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζεται ότι, η επιφάνεια αναφοράς (μια τσιμεντένια πλάκα στον αστικό χώρο) η οποία δέχεται ακτινοβολία από τον ήλιο, θερμική συναλλαγή ακτινοβολίας από τις επιφάνειες του κτίσματος ανάλογα εάν η θερμοκρασία του κτίσματος  $T_1$  είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη της θερμοκρασίας  $T_2$  της επιφάνειας αναφοράς καθώς και αποβάλλει θερμότητα προς τον ουρανό. Λόγω του ότι η ακτινοβολία που δέχεται από τον ήλιο είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη από το κτίσμα αντίστοιχα και η απορροφητικότητα της επιφάνειας

<sup>40</sup> Cengel, 2005, σελ. 698

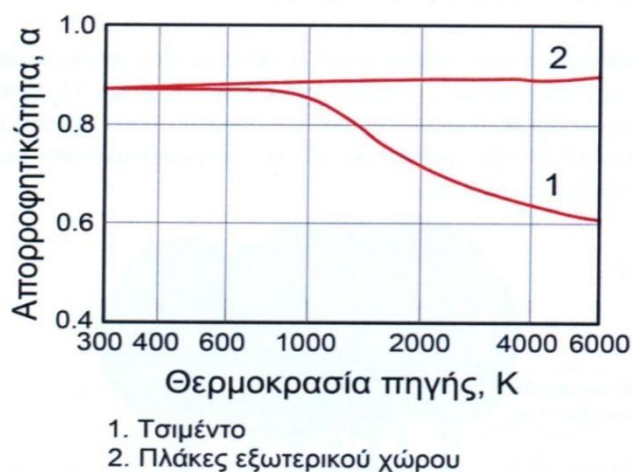
<sup>41</sup> Πηγή: [www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima\\_2014.pdf](http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima_2014.pdf)

αναφοράς από την ηλιακή ακτινοβολία είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη από το κτίσμα.



**Εικόνα 5.19:** Η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία υλικού διαφέρει αρκετά από την θερμική ακτινοβολία που προέρχεται από διαφορετικές πηγές.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται οι διαφορετικές τιμές απορροφητικότητας για πλάκα σκυροδέματος και πλάκες εξωτερικού χώρου συναρτήσει της απόλυτης θερμοκρασίας πηγής °K. Συγκεκριμένα στην παρακάτω εικόνα η πλάκα σκυροδέματος (καμπύλη 2) έχει πρακτικά σχεδόν σταθερή απορροφητικότητα (0,87) ανεξάρτητα από την θερμοκρασία της πηγής ενώ στις πλάκες εξωτερικού χώρου (καμπύλη 1) η απορροφητικότητα μειώνεται όσο μεγαλώνει η θερμοκρασία της πηγής (μέγιστη τιμή 0,87 στους 300K δηλαδή 27°C και ελάχιστη τιμή 0,6 στους 6000K δηλαδή 5727°C).



**Εικόνα 5.20:** Μεταβολή της απορροφητικότητας σε συνάρτηση με την απόλυτη θερμοκρασία πηγής για σκυρόδεμα και για πλάκες εξωτερικού χώρου<sup>42</sup>.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τον συνδυασμό απορροφητικότητας – ανακλαστικότητας είναι:

1. Λόγω της ανακλαστικότητας των επιστρώσεων των οριζόντιων επιφανειών στην ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζεται η συνολική ποσότητα της ακτινοβολίας που αντανακλάται προς τον ουρανό.
2. Οι πλακοστρώσεις με χαμηλή ανακλαστικότητα (όπως η άσφαλτος, τα χαλίκια, πλάκες μαύρου χρώματος, αδρή σκουρόχρωμη πέτρα κ.λπ.) και συνεπώς με μεγάλη απορροφητικότητα είναι ένας από τους κύριους λόγους για την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα (μεταφορά θερμότητας με συναγωγή) και τη θερμική δυσφορία του ανθρώπου στους δημόσιους χώρους τη θερινή περίοδο. Τα υλικά με ανοιχτά χρώματα ή και ανακλαστικές επιφάνειες (όπως λευκό μάρμαρο, κυβόλιθου ανοιχτού χρώματος, γρασίδι, ανοιχτόχρωμες πέτρες κ.λπ.) αποτρέπουν την υπερθέρμανση τη θερινή περίοδο σε αντίθεση με τις σκουρόχρωμες επιφάνειες οι οποίες υπερθερμαίνονται όταν εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία. Επιβάλλεται συνεπώς κατά τον σχεδιασμό να προτιμώνται υλικά με μεγάλη ανακλαστικότητα που όμως να τοποθετούνται με εναλλασσόμενες κατευθύνσεις ώστε να μειώνεται το φαινόμενο θάμβωσης (π.χ. συνδυασμό μάρμαρο, κυβόλιθοι, γρασίδι).

Μεγάλη σημασία έχει επίσης το πόσο αδρό ή λείο είναι το υλικό επίστρωσης του δαπέδου γιατί όσο πιο αδρό είναι το έδαφος τόσο περισσότερο μειώνεται η ανάκλαση (διαχέεται) η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία προς διάφορες κατευθύνσεις.

Στον παρακάτω πίνακα μπορεί εύκολα κανείς να διαπιστώσει ότι οι μαρμάρινοι κυβόλιθοι ανοιχτού χρώματος πλεονεκτούν των υπολοίπων διότι παρουσιάζουν την μικρότερη μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία και συνεπώς επιβαρύνουν λιγότερο το μικροκλίμα της περιοχής. Αντιθέτως οι μαρμάρινοι








---

<sup>42</sup> Πηγή: Cengel Y. ( 2005), Μεταφορά Θερμότητας: Μια πρακτική προσέγγιση, σελ 697



κυβόλιθοι σκούρου χρώματος (γκρι) καθώς και η ασφαλτοστρωμένη επιφάνεια εμφανίζουν τις μέγιστες θερμοκρασίες (55,80 °C μέγιστη θερμοκρασία που παρατηρείται στους γκρι κυβόλιθους και 33,80°C μέγιστη ελάχιστη θερμοκρασία που παρατηρείται στην ασφαλτοστρωμένη επιφάνεια) επιβαρύνοντας με αυτό τον τρόπο το μικροκλίμα.

**Πίνακας 5.4:** Τιμές απορροφητικότητας, ανακλαστικότητας μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας διαφόρων υλικών.

ΥΛΙΚΑ	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ(°C)	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ(°C)	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΥΛΙΚΩΝ
Κυβόλιθος μαρμάρinos ανοιχτού χρώματος	0,47	0,53	44,00	28,40	
Κυβόλιθος μαρμάρinos γκρι χρώματος	0,30	0,70	55,80	30,80	
Ασφαλτοστρωμένη επιφάνεια	0,07	0,93	50,20	33,80	
Τσιμεντένιες πλάκες	0,34	0,66	46,00	30,80	
Μάρμαρο κόκκινου χρώματος	0,40	0,60	47,40	30,80	
Πλακάκι κίτρινου χρώματος	0,55	0,45	43,40	38,20	
Πλακάκι γκρι χρώματος	0,45	0,55	47,40	35,20	

Η επιλογή των κατάλληλων υλικών είναι συνεπώς καθοριστικής σημασίας για την ποιότητα του εξωτερικού περιβάλλοντος. Σύμφωνα με την ΚΥΑ 14826 του 2008, άρθρο 8 για την επίστρωση μιας αστικής επιφάνειας συνίστανται τα ψυχρά υλικά. Με το όρο ψυχρά υλικά εννοούνται τα υλικά που δεν απορροφούν μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας ( $\alpha \geq 0,87$ ) και δεν αποθηκεύουν μεγάλα ποσά θερμότητας έχουν δηλαδή υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και υψηλό συντελεστή εκπομπής στην ηλιακή ακτινοβολία και υψηλό συντελεστή εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία ( $\epsilon \geq 0,80$ ). Έτσι οι επιφανειακές θερμοκρασίες των ψυχρών υλικών δεν ξεπερνούν τους 50°C σε αντίθεση με τα υπόλοιπα δομικά υλικά τα οποία μπορεί να φτάσουν ακόμη και στους 90°C<sup>43</sup>.

<sup>43</sup> Αλεξανδρή, 2011, σελ. 200



**Εικόνα 5.21:** Διάτρητοι κυβόλιθοι με χαμηλοί χλωρίδα στα κενά τους σε υπαίθριους χώρους στάθμευσης.

Προκειμένου να επιλεγεί το κατάλληλο υλικό για μια επιφάνεια έχουν οριστεί τα όρια ανακλαστικότητας και ο συντελεστής εκπομπής του. Στο αστικό περιβάλλον σύμφωνα με τις Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές Ε.Τ.Ε.Π. (πρώην ΠΕΤΕΠ) άρθρα 44.45.46.109 η ανακλαστικότητα του υλικού πρέπει να είναι 0,60 για έγχρωμα επιφανειακά υλικά και τουλάχιστον 0,75 για υλικά λευκού χρώματος<sup>44</sup>. Για να μειώσουμε και άλλο τις επιφανειακές θερμοκρασίες του υλικού μπορούμε να αυξήσουμε την υδατοπερατότητα του χρησιμοποιώντας διάτρητα υλικά όπως κυβόλιθοι, διάτρητες πλάκες δίνοντας έτσι την δυνατότητα ανάπτυξης τοπικής χαμηλής χλωρίδας ανάμεσα στα κενά του υλικού και στο χώμα. Επίσης η επικάλυψη των επιφανειών του υπαίθριου χώρου με βλάστηση παρεμποδίζει της ανακλάσεις ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα μέσω της εξατμισοδιαπνοής του φυλλώματος<sup>45</sup>.

---

<sup>44</sup> Αλεξανδρή, 2011, σελ. 201

<sup>45</sup> Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 5. , 2010, σελ. 80



**Εικόνα 5.22:** Πλάκες εξωτερικού χώρου με κενά ενδιάμεσα για την ένταξη χαμηλής φύτευσης.

Από όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως προκύπτει ότι θα πρέπει κατά το σχεδιασμό να εναλλάσσονται τα υλικά με στόχο την αύξηση της ανακλαστικότητας και την μείωση του φαινομένου της θάμβωσης καθώς και την ένταξη φύτευσης και στοιχείων υδατοπερατότητας στην επιφάνεια τους (π.χ. εναλλαγή μαρμάρων – κυβόλιθων – χαμηλής φύτευσης – ψυχρών υλικών ανοιχτού χρώματος – υγρό στοιχείο).

### **5.2.3.2 Μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία προς τον ουρανό – ικανότητα εκπομπής**

Όταν μια επιφάνεια  $A$  με θερμοκρασία  $T_A$  και ικανότητα εκπομπής  $\varepsilon$  περικλείεται πλήρως από μια πολύ μεγαλύτερη επιφάνεια σε θερμοκρασία μεγαλύτερη του απόλυτου μηδενός οι οποίες διαχωρίζονται με ένα αέριο θερμοκρασίας  $T_e$  (όπως ο αέρας) που δεν παρεμβαίνει στην ακτινοβολία μεταξύ των επιφανειών υπάρχει μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία.

Η ικανότητα εκπομπής καθορίζει την ποσότητα της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος (θερμική ακτινοβολία) από ένα σώμα σε συγκεκριμένη θερμοκρασία. Όσο πιο μεγάλη είναι η ικανότητα εκπομπής τόσο πιο μεγάλη ποσότητα θερμότητας εκπέμπεται από το σώμα. Είναι λοιπόν σημαντική για την

ανακατανομή της θερμότητας μέσα στο σύστημα του δομημένου περιβάλλοντος καθώς και για τις ανταλλαγές θερμότητας από ακτινοβολία με τον ουρανό. Καθώς η θερμότητα από ακτινοβολία που εκπέμπεται μεταξύ σωμάτων είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης μεταξύ τους ο ρόλος της ικανότητας εκπομπής στο σχηματισμό της θερμικής νήσου εξαρτάται από την αστική γεωμετρία και το συντελεστή θέασης των αστικών επιφανειών με τον ουρανό.

Έχει αναφερθεί ότι διαφορές στην ικανότητα εκπομπής μεταξύ των αστικών και αγροτικών περιοχών μπορεί να έχει πιθανή επιρροή στο σχηματισμό της θερμικής νήσου<sup>46</sup>. Ωστόσο οι Grimmond et al (1991) προσομοίωσαν την επίδραση των οπτικών και θερμικών χαρακτηριστικών των υλικών που ευθύνονται για το φαινόμενο θερμικής νήσου και διαπίστωσαν ότι ο ρόλος της ικανότητας εκπομπής είναι δευτερεύοντα<sup>47</sup>.

Το είδος των υλικών επιστρώσεων των επιφανειών του υπαίθριου χώρου επηρεάζει καθοριστικά τόσο το θερμικό όσο και το οπτικό περιβάλλον.



Εικόνα 5.23: Αστική χαράδρα – υλικά και θέαση του ουρανού<sup>48</sup>.

<sup>46</sup> Akbari et al, 1997

<sup>47</sup> Αλεξανδρή, 2011, σελ 69

<sup>48</sup> Πηγή: [www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima\\_2014.pdf](http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima_2014.pdf)

### **5.2.3.3. Συντελεστής Θέασης του ουρανού ( Sky View Factor )**

Ο **Συντελεστής Θέασης του Ουρανού ( Sky View Factor-SVF )** είναι απλώς μια μέτρηση της στερεάς γωνίας της θέασης του ουρανού από έναν αστικό χώρο.<sup>49</sup>

Ένας **SVF με τιμή 1** σημαίνει ότι υπάρχει ανεμπόδιστη θέα του ουρανού (π.χ. από ένα ανοιχτό πεδίο) και, συνεπώς, οι θερμοκρασίες θα ακολουθούν στενά τις μετεωρολογικές τιμές.

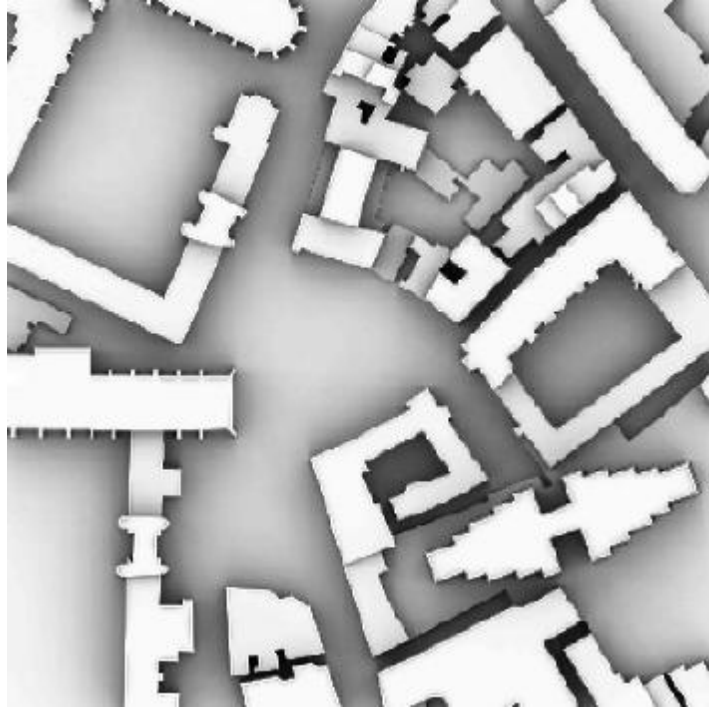
Ένας **SVF με τιμή 0** σημαίνει ότι η θέα του ουρανού εμποδίζεται καθολικά και έτσι οι θερμοκρασίες θα επηρεαστούν σημαντικά από το αστικό περιβάλλον.

Έτσι θα περίμενε κανείς ο SVF σε μια Μεσαιωνική πόλη με στενούς δρόμους να είναι μικρός, πιθανώς γύρω στο 0.2, ενώ σε ένα πιο ανοιχτό αστικό περιβάλλον, με φαρδύς δρόμους και μεγάλους ανοιχτούς χώρους μπορεί να πλησιάζει το 0.8. Σε μια οποιαδήποτε δεδομένη πόλη μπορεί να υπάρχουν τυπικές τιμές SVF που προσδιορίζουν τις συνολικές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις από τα μετεωρολογικά στοιχεία, αλλά μπορεί να υπάρχουν και σημαντικές διακυμάνσεις του SVF μέσα στον αστικό ιστό.

Η χαρτογράφηση των συντελεστών θέασης του ουρανού για το παράδειγμα μελέτης απεικονίζεται στην εικόνα 5.24. Από σχεδιαστικής πλευράς, **ο συντελεστής SVF σχετίζεται με το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας και επηρεάζει σημαντικά τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο αστικό περιβάλλον.** Γενικά, χαμηλότερος συντελεστής σημαίνει αύξηση του φαινομένου θερμικής νησίδας, αν και πρέπει να συνυπολογιστούν και άλλοι παράγοντες, όπως η ανάγκη για σκιά που μπορεί να αντιμετωπιστεί με τη σκίαση από στενούς δρόμους.

---

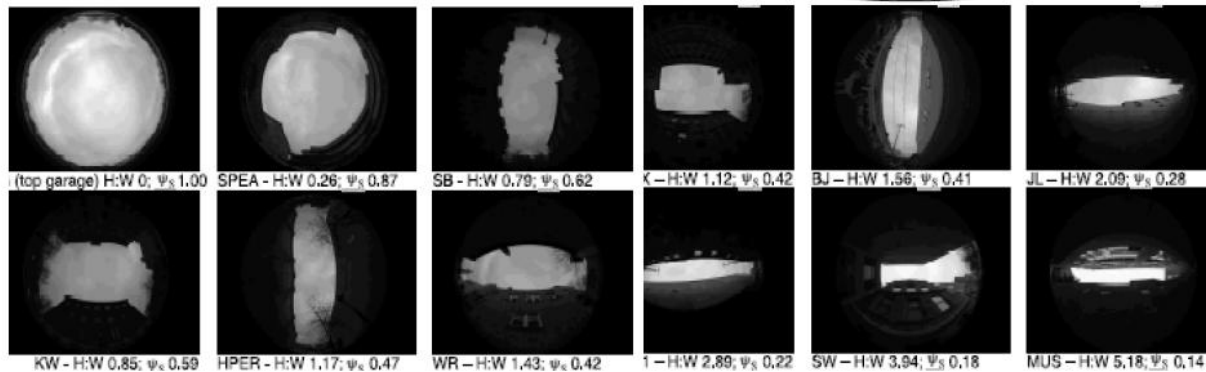
<sup>49</sup> Νικολοπούλου, 2004, σελ. 18



**Εικόνα 5.24:** Χάρτης Συντελεστή Θέασης του Ουρανού. Ανοιχτότερες σκιές αντιστοιχούν σε μεγαλύτερο συντελεστή θέασης.

Ο SVF μπορεί να εκφραστεί ως θερμοκρασιακή διακύμανση που προκύπτει το καλοκαίρι και παρουσιάζει το πιο σταθερά θερμικό περιβάλλον (μαύρες περιοχές έχουν χαμηλότερη θερμοκρασιακή διακύμανση) σε σχέση με αυτά που ακολουθούν πιο κοντά τις συνοπτικές συνθήκες (μεγαλύτερη θερμοκρασιακή διακύμανση). Σε πιο σταθερό περιβάλλον, ιδιαίτερα σε εσωτερικές αυλές, οι ημερήσιες θερμοκρασίες το καλοκαίρι έχουν μετρηθεί ως ψυχρότερες από αυτές του περιβάλλοντος, επιβεβαιώνοντας την παρουσία αστικών ψυχρών νησίδων.

**Παρ' όλα αυτά, η θερμοκρασία τη νύχτα σε τέτοιους περικλειστούς χώρους είναι υψηλότερη από αυτήν του περιβάλλοντος και συντελούν στην ένταση της αστικής θερμικής νησίδας.**



Εικόνα 5.25: Sky View Factor – Παγίδα ακτινοβολίας<sup>50</sup>.

### 5.3. Ο φυσικός δροσισμός

#### 5.3.1. Ορισμός

Με τον όρο **φυσικός δροσισμός ανοιχτών χώρων** εννοούμε την αποβολή θερμότητας από τον αστικό ιστό προς την ατμόσφαιρα με θερμική ακτινοβολία στον νυχτερινό ουρανό, την εξάτμιση νερού από τις υδάτινες επιφάνειες και τέλος τον αερισμό και την ανεμοπροστασία παράγοντες που ενδεχομένως σχετίζονται με ζητήματα διασπορές ρύπων και βελτίωσης της ποιότητας του αέρα των πόλεων<sup>51</sup>.

#### 5.3.2. 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**. Οι συνθήκες ανέμου είναι δύσκολο να προβλεφθούν και να ελεγχθούν καθώς επηρεάζονται από μεγάλο

<sup>50</sup> Πηγή: [www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima\\_2014.pdf](http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima_2014.pdf)

<sup>51</sup> Ξενάκη, 2010, σελ. 122



αριθμών παγκόσμιων, περιφερειακών και τοπικών παραγόντων. Σε παγκόσμια κλίμακα ο άνεμος προέρχεται από τον αέρα που κινείται από περιοχές υψηλής πίεσης προς τις περιοχές χαμηλής πίεσης. Η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου που προκαλείται από τα παγκόσμια καιρικά συστήματα επηρεάζονται από την τυπολογία του τοπίου σε περιφερειακό και τοπικό επίπεδο. Είναι, συνεπώς σημαντικό να κατανοήσουμε ότι μπορεί να υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις συνθήκες ανέμου από ένα μέρος μιας πόλης σε ένα άλλο ή ακόμα σε μικροκλίματα από ένα μέρος ενός χώρου σε ένα άλλο.

Ο άνεμος δεν είναι ένα συνεχές φαινόμενο – ποικίλει σημαντικά ως προς τη διεύθυνση και την ένταση (ριπές ανέμου) και οι διαφοροποιήσεις μπορεί να είναι εποχικές ή ετήσιες.

Οι επιδράσεις του ανέμου μπορούν να χωριστούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

- **Μηχανικές** και
- **Θερμικές επιδράσεις.**

Οι **μηχανικές επιδράσεις του ανέμου** γίνονται αισθητές σε ταχύτητες ανέμου μεγαλύτερες από  $4-5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Πάνω από  $10\text{m}/\text{sec}$  θα είναι δυσάρεστο για περπάτημα και πάνω από  $15\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  μπορεί να προκαλέσει ατυχήματα. Για τις θερμικές επιδράσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κριτήρια άνεσης του Πίνακα 5.5 θεωρώντας ότι οι άνθρωποι θα προσαρμόσουν τη συμπεριφορά τους και το επίπεδο ρουχισμού τους στην εποχή. Ο πίνακας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμοκρασίες πάνω από  $10^{\circ}\text{C}$ .

**Πίνακας 5.5<sup>52</sup>** : Χαρακτηριστικά του κριτηρίου των  $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

(A = Αποδεκτά, Δ = Δυσάρεστα, ΠΔ = Πολύ δυσάρεστα / επικίνδυνα)

Δραστηριότητα	Τύπος χώρου	Χαρακτηριστικά		
		A	Δ	ΠΔ
Γρήγορο περπάτημα	Πεζοδρόμια,	43%	50%	53%

<sup>52</sup> Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ( Κ.Α.Π.Ε. ) ( 2004 ). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου.



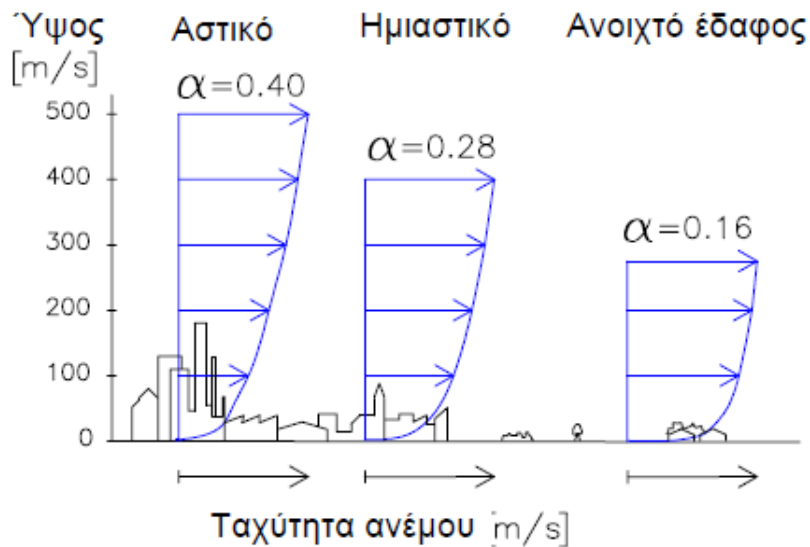
	<b>μονοπάτια</b>			
<b>Περίπατος</b>	<b>Πάρκα, δρόμοι αγοράς</b>	23%	34%	53%
<b>Ορθοστασία/ κάθισμα για σύντομο διάστημα</b>	<b>Πάρκα, αστικοί χώροι</b>	6%	15%	53%
<b>Ορθοστασία/ κάθισμα για μεγάλο διάστημα</b>	<b>Υπαίθρια εστιατόρια</b>	0,1%	3%	53%

**Σημείωση:** Τα χαρακτηριστικά του ανέμου είναι αποδεκτά για ανθρώπους που κάθονται για μικρότερες περιόδους, εάν η μέση ταχύτητα του ανέμου των  $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  δεν υπερβαίνεται περισσότερο από 6% του χρόνου, Εάν οι άνθρωποι παραμένουν για μεγαλύτερες περιόδους τα  $5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  δεν πρέπει να υπερβαίνονται πάνω από 0,1% του χρόνου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, ανάλογα με το κλίμα, μια ορισμένη στάθμη ανέμου μπορεί να χαρακτηριστεί ως επιθυμητή ή ανεπιθύμητη. Σε ψυχρά κλίματα ο άνεμος σχεδόν πάντα θα μειώσει τις εξωτερικές συνθήκες άνεσης, ενώ το αντίθετο ισχύει για θερμά κλίματα.

### **5.3.3 Ανεμολογικά στοιχεία**

**Ο ελεύθερος, ανεμπόδιστος άνεμος πάνω από την επιφάνεια της γης ονομάζεται γεωστροφικός άνεμος.** Το γεωστροφικό ύψος ποικίλει από περίπου 275 m σε περίπου 500 m, ανάλογα με την τραχύτητα ( $\alpha$ ) της επιφάνειας της γης.



**Εικόνα 5.26:** Προφίλ ταχύτητας ανέμου για τρία διαφορετικά είδη περιοχών. Η ταχύτητα  $\alpha$  είναι μεγαλύτερη σε πυκνοδομημένη πόλη με ψηλά κτίρια.

**Πίνακας 5.6:** Γεωστροφικό ύψος και ταχύτητα του εδάφους για τρία είδη περιοχών.

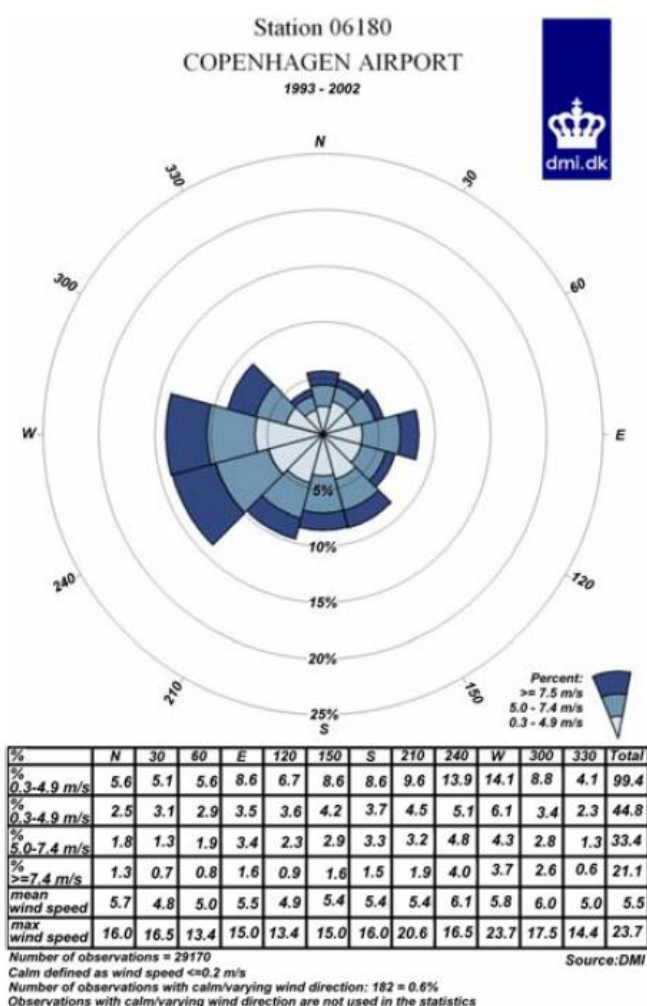
Είδος περιοχής	Ύψος (m)	$\alpha$
Επίπεδος ανοιχτός χώρος	275	0.16
Ημιαστική ή δασώδης περιοχή	400	0.28
Πυκνοδομημένη αστική περιοχή	500	0.4

Τα **τοπικά ανεμολογικά στοιχεία** είναι σημαντικά για την αξιολόγηση των συνθηκών ανέμου σε ανοιχτούς χώρους. Το πιο σημαντικό είναι **η ταχύτητα και η διεύθυνση την περίοδο κατά την οποία ο χώρος χρησιμοποιείται**. Εάν ένας χώρος χρησιμοποιείται όλο το χρόνο, πρέπει να συλλεχθούν στοιχεία για όλες τις εποχές και για κάθε μήνα εάν υπάρχει διακριτή διαφορά μεταξύ των μηνών τις ίδιες εποχές. Τα στοιχεία του ανέμου συνήθως μετρώνται στα 10 μ. πάνω από το έδαφος σε μετεωρολογικούς σταθμούς εγκατεστημένους σε εξοχικές περιοχές.

Τα **ανεμολογικά χαρακτηριστικά** μπορούν να συλλεχθούν από έναν ανεμολογικό άτλαντα – ένα βιβλίο καταγραφής με ροδογράμματα ανέμου για διάφορες περιοχές μιας χώρας, που συχνά υπάρχει στα εθνικά μετεωρολογικά

ινστιτούτα. Το ροδόγραμμα ανέμου είναι μια γραφική απεικόνιση των τοπικών ταχυτήτων και διευθύνσεων του ανέμου για μια συγκεκριμένη τοποθεσία και βασίζονται σε μετρήσεις μιας μακράς χρονικής περιόδου.

Μια ταχύτητα ανέμου που μετριέται στο μετεωρολογικό σταθμό σε ύψος 10 μ. σε ανοιχτή επίπεδη περιοχή, μπορούν να αναχθούν σε μια ταχύτητα ανέμου μέσα σε αστική περιοχή για δεδομένο ύψος (H), χρησιμοποιώντας τον Πίνακα 5.7, H είναι το ύψος πάνω από το έδαφος στην αστική περιοχή και S είναι η σχέση μεταξύ της ταχύτητας του ανέμου στην αστική περιοχή σε ύψος H ( $V_H$ ) και της ταχύτητας του ανέμου σε ανοιχτή επίπεδη περιοχή σε ύψος 10 m ( $V_{10}$ ). Έτσι  $S = V_H / V_{10}$ .



**Εικόνα 5.27**<sup>53</sup>: Ροδόγραμμα ανέμου, περιλαμβάνει πίνακα με πληροφορίες από το αεροδρόμιο της Κοπεγχάγης ( Δανία για όλο το χρόνο ( 1993 – 2002 ).

<sup>53</sup> Πηγή: Μετεωρολογικό Ινστιτούτο Δανίας

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία του Πίνακα 5.7 ισχύουν μόνο για ύψη πάνω από την αστική περιοχή (πάνω από τις οροφές) και όχι εκεί όπου τοπικά εμπόδια, όπως κτίρια, κυριαρχούν στο περιβάλλον του ανέμου. Έτσι ο πίνακας 2.3 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των συνθηκών ανέμου πάνω από το ύψος των οροφών στην περιοχή όπου βρίσκεται ο ανοιχτός χώρος και όχι για τον υπολογισμό των ανεμολογικών συνθηκών στην ζώνη των πεζών του χώρου.

**Πίνακας 5.7:** Τιμές  $S = V_H/V_{10}$  για διάφορα ύψη  $H$  για αστικές και ημιαστικές περιοχές.

H [m]	S(ημιαστική περιοχή)	S(αστική περιοχή)
10	0.6	0.36
20	0.73	0.47
30	0.82	0.55
40	0.89	0.62
50	0.94	0.68
60	0.99	0.73
70	1.04	0.77
80	1.08	0.82
90	1.11	0.86
100	1.14	0.89
110	1.18	0.93
120	1.21	0.96
130	1.24	0.99
140	1.27	1.02
150	1.29	1.05

Η ταχύτητα αέρα σε ύψος 100m σε μια αστική περιοχή αντιστοιχεί σε 89% της ταχύτητας του αέρα σε ύψος 10m σε ανοιχτή περιοχή.

Η πολυπλοκότητα της ροής του ανέμου στο επίπεδο των πεζών σε αστικούς χώρους είναι πολύ μεγάλη και, ακόμα και μικρές αλλαγές στη διαρρύθμιση του χώρου ή της γειτονιάς μπορούν να αλλάξουν δραματικά το μοτίβο του ανέμου στο χώρο. Για το λόγο αυτό πρέπει ο κάθε χώρος να αναλύεται ως ειδική περίπτωση.

### **5.3.4 Επί τόπου μετρήσεις, δοκιμές σε αεροσήραγγα ή προσομοιώσεις**

Για την εκτίμηση της κατανομής του ανέμου σε έναν αστικό ανοιχτό χώρο υπάρχουν διάφορες μέθοδοι. Μπορούν να γίνουν είτε μετρήσεις (επί τόπου υπό πραγματική κλίμακα ή σε αεροσήραγγα) είτε προσομοιώσεις της ροής του αέρα μέσω υπολογιστικού μοντέλου σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Οι επί τόπου μετρήσεις έχουν το πλεονέκτημα ότι τα αποτελέσματα που παίρνουμε παρουσιάζουν την πραγματική κατάσταση, όπου περιλαμβάνεται η επίδραση όλων των κτιρίων και των εμποδίων. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι έχει υψηλό κόστος καθώς ιδανικά η περίοδος μέτρησης πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη ώστε να καλύπτει τους περισσότερους συχνά εμφανιζόμενους συνδυασμούς ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου και έτσι θα πρέπει να υπάρχει και μεγάλος αριθμός σημείων μέτρησης. Είναι επίσης δύσκολο να αξιολογηθούν νέες σχεδιαστικές λύσεις.

Οι μετρήσεις σε αεροσήραγγα έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να δώσουν αρκετά γρήγορα αξιόπιστα αποτελέσματα για πολλούς συνδυασμούς ταχυτήτων και διευθύνσεων ανέμου. Είναι επίσης δυνατόν να ελεγχθούν οι συνθήκες ανέμου σε νέες περιοχές που είναι ακόμα στο στάδιο του σχεδιασμού και να δοκιμαστούν νέες σχεδιαστικές λύσεις. Παρ' όλα αυτά, είναι σημαντικό να γίνει χρήση εργαστηρίου που να έχει κατάλληλη εμπειρία και να κατασκευαστεί πολύ ακριβές μοντέλο (μακέτα) της περιοχής και του γύρω περιβάλλοντος. Για το λόγο αυτό οι δοκιμές σε αεροσήραγγα μπορεί να είναι χρονοβόρες και ακριβές.

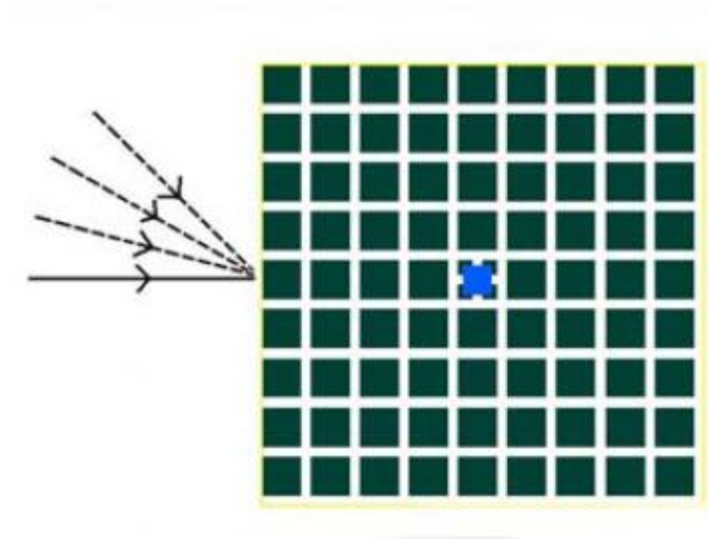
### **5.3.5 Παράδειγμα ανάλυσης συνθηκών ανέμου με CFD**

Ο στόχος του παραδείγματος προς μελέτη είναι η αξιολόγηση της επίδρασης διαφόρων παραμέτρων στο επίπεδο των πεζών (1.5 m πάνω από το έδαφος) σε ένα τετράγωνο χώρο που περιβάλλεται από κτίρια. Η τοπογραφία της γειτονιάς που τον περιβάλλει περιλαμβάνεται στο μοντέλο CFD ώστε να εκτιμηθεί η επίδραση των

κτιριακών δομών (Εικόνα 5.28). Το ύψος της γειτονιάς (μέσο ύψος των κτιρίων) θεωρείται ως 18m ( $H_{\text{Γειτονιάς}}$ ).

**Η μελέτη περιλαμβάνει τις ακόλουθες παραμέτρους:**

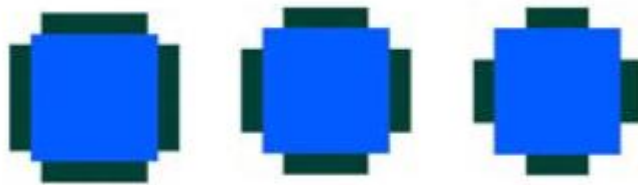
1. Μέγεθος της πλατείας ( $A_{\text{Πλατείας}}$ ): 1600m<sup>2</sup> και 3600m<sup>2</sup>.
2. Ταχύτητα ανέμου σε ανοιχτό πεδίο σε ύψος 10m ( $V_{10}$ ): 2.5m.s<sup>-1</sup> και 5 m.s<sup>-1</sup>.
3. Ύψος των κτιρίων στα όρια της πλατείας ( $H_{\text{Ορίων}}$ ): 9 m, 18 m, 27 m.
4. Διεύθυνση ανέμου: 0°, 15°, 30°, 45° (Εικόνα 5.28).
5. Πλάτος και θέση των τεσσάρων ανοιγμάτων προς την πλατεία (Εικόνες 5.29, 5.30).



**Εικόνα 5.28:** Γραφική αναπαράσταση του μοντέλου CFD με κατευθύνσεις ανέμου 0°, 15°, 30°, 45°. Η πλατεία βρίσκεται στο κέντρο του μοντέλου που περιβάλλεται από ημιαστική γειτονιά με οικοδομικά τετράγωνα 18m ύψους.



**Εικόνα 5.29:** Πλατεία με ανοίγματα πλάτους 10m, 20 m, 30 m στο μέσον.



**Εικόνα 5.30:** Πλατεία ανοίγματα πλάτους 7 m, 14 m και 21 m στις γωνίες.

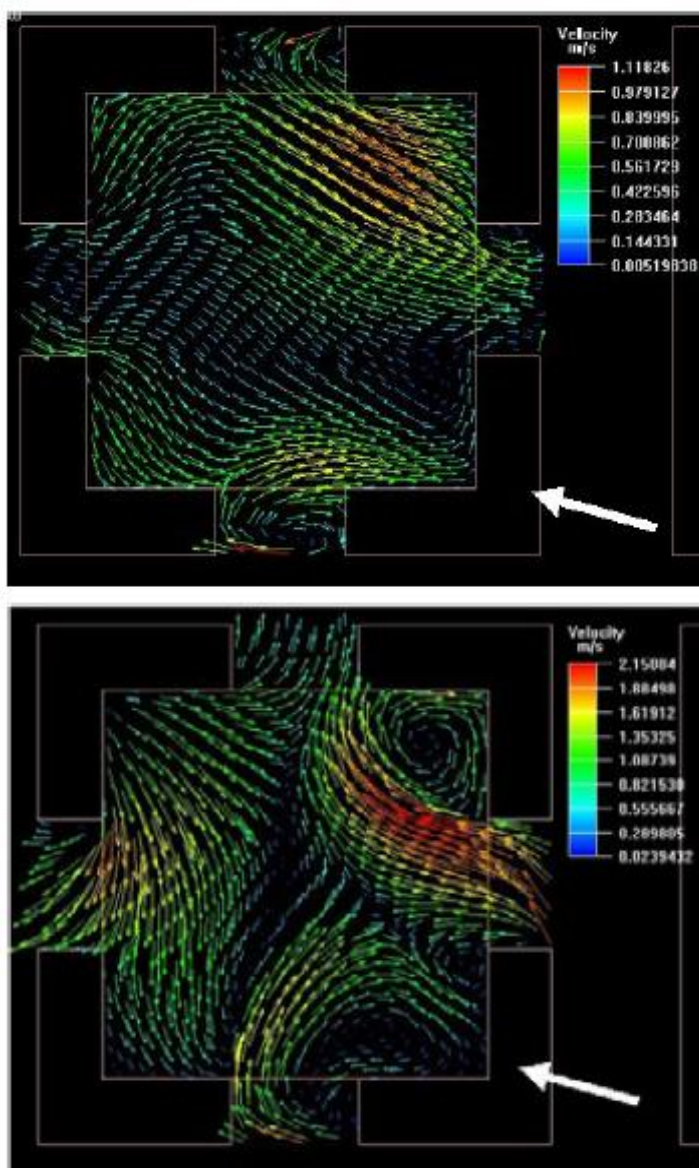
### **5.3.6 Παρατηρήσεις και συμπεράσματα από τη μελέτη**

#### **Παρατηρήσεις:**

- Όσο μεγαλύτερη είναι η πλατεία, τόσο υψηλότερη η ταχύτητα του ανέμου μέσα στο χώρο, με μια σχεδόν γραμμική σχέση μεταξύ  $A_{\text{πλατείας}}$  και ταχύτητας ανέμου.
- Όσο μεγαλύτερη η πλατεία, τόσο πιο τυρβώδης είναι η ροή του αέρα.
- Όσο μεγαλύτερη η ταχύτητα του ανέμου  $V_{10}$ , τόσο μεγαλύτερη η ταχύτητα ανέμου μέσα στην πλατεία, με μια σχεδόν γραμμική σχέση μεταξύ  $V_{10}$  και ταχύτητας το ανέμου.
- Το σχήμα ροής και το επίπεδο τύρβης σχεδόν δεν επηρεάζεται από την ταχύτητα στο ανοιχτό πεδίο  $V_{10}$ .
- Όσο ψηλότερα τα κτίρια στα όρια της πλατείας σε σχέση με τη γειτονιά, τόσο υψηλότερη η ταχύτητα ανέμου στην πλατεία (Εικόνα 5.31).
- Όσο ψηλότερα τα κτίρια στα όρια της πλατείας σε σχέση με τη γειτονιά, τόσο υψηλότερη η τύρβη του αέρα (Εικόνα 5.32).
- Δεν υπάρχει ξεκάθαρη σχέση μεταξύ της γενικής κατεύθυνσης του ανέμου και της ταχύτητας του ανέμου στην πλατεία (Εικόνα 5.31).
- Όσο μεγαλύτερη είναι η γωνία εισόδου του αέρα, τόσο μεγαλύτερη η τύρβη. Υπάρχει ξεκάθαρη ένδειξη ότι η ροή γίνεται πιο χαοτική όσο

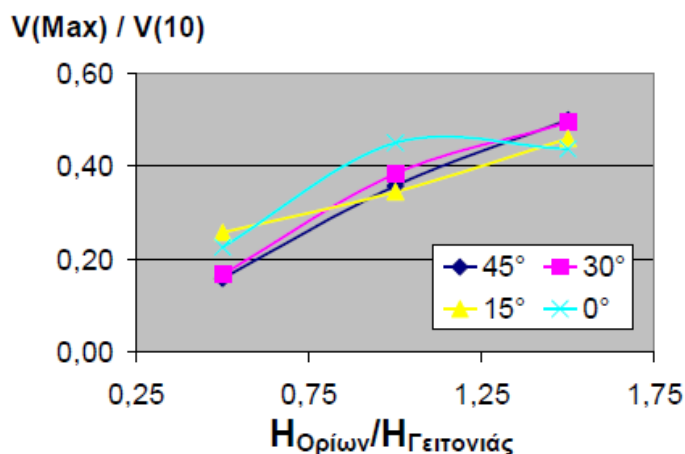
περισσότερο διαφέρει η γενική κατεύθυνση του ανέμου από τον βασικό προσανατολισμό του χώρου.

- Δεν υπάρχει ξεκάθαρη σχέση μεταξύ της ταχύτητας ανέμου στην πλατεία και της θέση των ανοιγμάτων προς αυτήν.
- Ανοίγματα στις γωνίες του χώρου δίνουν μια πιο τυρβώδη ροή απ' ό,τι ανοίγματα στο μέσον της πλατείας (Εικόνα 5.32).
- Όσο μεγαλύτερα τα ανοίγματα, τόσο πιο τυρβώδης ο άνεμος στην πλατεία.

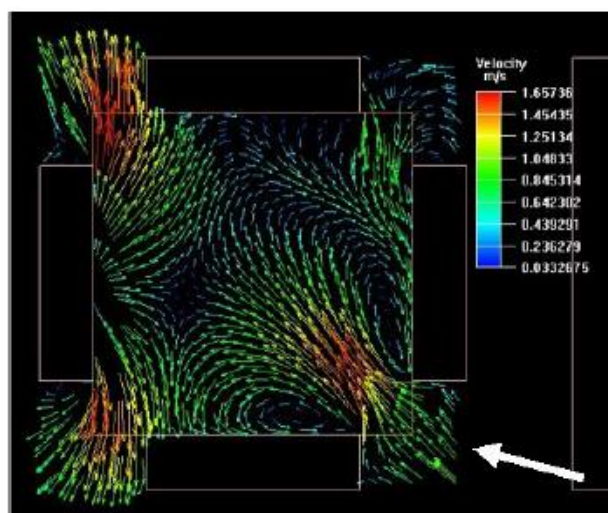
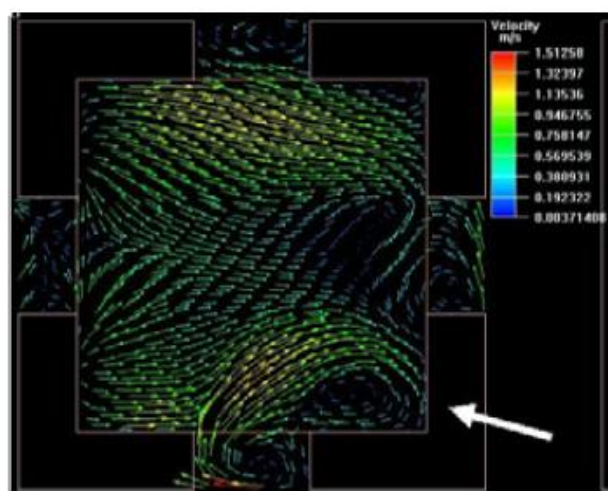


**Εικόνα 5.32:** Διάγραμμα ταχύτητας και διεύθυνσης ανέμου μέσα σε πλατεία. Τα ύψη των περιμετρικών κτιρίων είναι: 9 m (επάνω) και 27 m (κάτω) και η διεύθυνση του ανέμου 15°. Όσο ψηλότερα τα κτίρια, σε σχέση με το ύψος της γειτονιάς τόσο μεγαλύτερη η τύρβη.





**Εικόνα 5.31:** Ο λόγος  $V_{Max}/V_{10}$  ως συνάρτηση το λόγου  $H_{Ορίων}/H_{Γειτονιάς}$ . Η χαμηλότερη ταχύτητα ανέμου παρουσιάζεται όταν τα περιμετρικά κτίρια είναι χαμηλότερα από την γύρω περιοχή. Το  $V_{Max}$  είναι περίπου 20% του  $V_{10}$  στις συγκεκριμένες συνθήκες.



**Εικόνα 5.33:** Διάγραμμα ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου μέσα στην πλατεία με άνοιγμα μέσου μεγέθους στο μέσον (επάνω) και στη γωνία (κάτω) και διεύθυνση ανέμου 15°. Ανοίγματα στις γωνίες δίνουν την πιο τυρβώδη ροή αέρα.

### **Συμπεράσματα:**

**Για τη μείωση της έντασης του ανέμου, η πλατεία πρέπει να σχεδιαστεί:**

- Όσο γίνεται μικρότερη: όσο μεγαλύτερη η πλατεία, τόσο πιο έντονος ο άνεμος.
- Με περιμετρικά κτίρια χαμηλότερα από την γύρω γειτονιά. Όσο πιο ψηλά είναι πάνω από το ύψος της γειτονιάς, τόσο πιο έντονος ο άνεμος.
- Με ανοίγματα στο μέσο των πλευρών και όχι στις γωνίες. Με τον βασικό άξονα της πλατείας παράλληλο στην κυρίαρχη διεύθυνση του ανέμου και στην κυρίαρχη διεύθυνση των γύρω δρόμων.

### **5.3.7 Παράμετροι σχεδιασμού – Έλεγχος της ανεμορροής**

#### **Παράμετροι σχεδιασμού**

Υπάρχουν πολλές συνολικές παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν αξιολογούνται οι συνθήκες ανέμου σε έναν ανοιχτό αστικό χώρο.

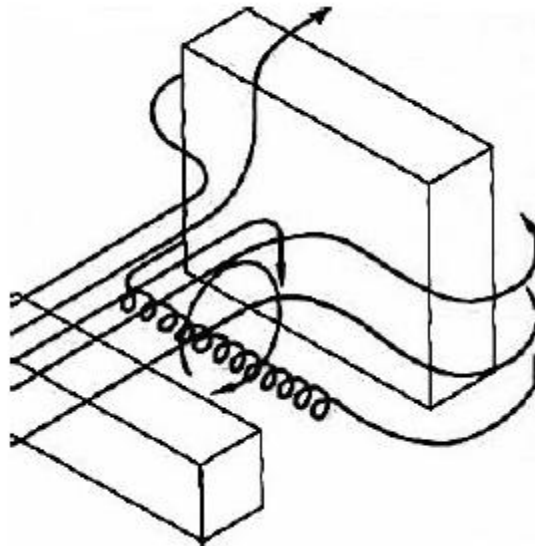
**Η γεωγραφική θέση ή η κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει ο ανοιχτός χώρος.** Είναι κάποια στάθμη ανέμου επιθυμητή ή ανεπιθύμητη; Είναι μια περιοχή όπου αναμένονται υψηλές ταχύτητες ανέμου;

**Ο τύπος του χώρου,** π.χ. το σχήμα του χώρου και τα χαρακτηριστικά της γύρω περιοχής. Είναι ο χώρος προστατευμένος από τον άνεμο ή βρίσκεται σε μια ανοιχτή περιοχή; Μπορούν τα γύρω κτίρια να επηρεάσουν τις συνθήκες ανέμου σε έναν ανοιχτό χώρο;

Η τελευταία παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι **το είδος της χρήσης,** π.χ. πως χρησιμοποιείται και για ποιο σκοπό. Το πάρκο είναι παράδειγμα ενός ανοιχτού χώρου όπου οι χρήστες παραμένουν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, θέτοντας έτσι υψηλότερες απαιτήσεις ως προς τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν.

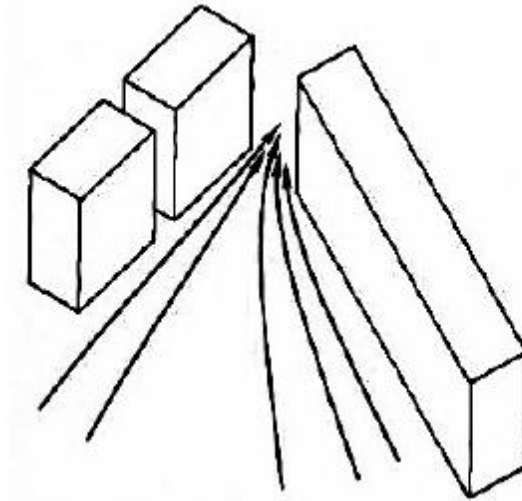
Είναι σημαντικό κάθε χώρος να αντιμετωπίζεται ως ειδική περίπτωση. Για το λόγο αυτό είναι δύσκολο να δοθούν αναλυτικές οδηγίες για το σχεδιασμό αστικών χώρων. Είναι όμως δυνατόν να δοθούν γενικές οδηγίες ως προς τα θέματα τα οποία θα πρέπει να γνωρίζει ο μελετητής.

**Πρέπει να αποφεύγονται οι ανοιχτοί χώροι παρακείμενοι σε κτίρια αρκετά υψηλότερα από το μέσο ύψος της γύρω περιοχής.** Τέτοια κτίρια μπορεί να προκαλέσουν δυσάρεστο έντονο κατακόρυφο ρεύμα αέρα (κατά μήκος των όψεων με δυνατή ροή προς τα κάτω) και σε υψηλής ταχύτητας άνεμο γύρω από τις γωνίες του κτιρίου (Εικόνα 5.34).



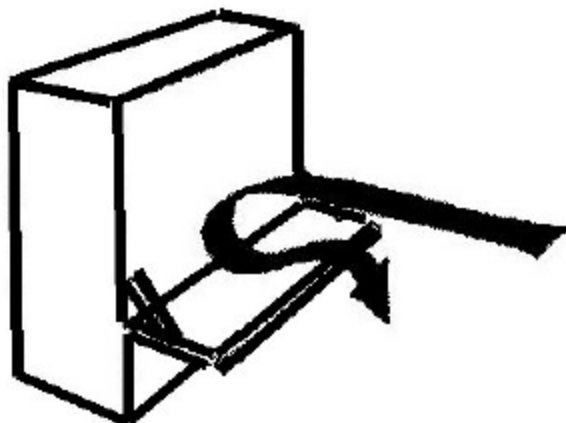
**Εικόνα 5.34:** Ροή ανέμου γύρω από ένα ψηλό και ένα χαμηλό κτίριο.

**Πρέπει να αποφεύγονται οι ανοιχτοί χώροι σε ανοιχτή σύνδεση με μακρούς ευθύγραμμους δρόμους.** Γραμμικές αστικές δομές όπως κτίρια μπορούν να δημιουργήσουν το **‘φαινόμενο του καναλιού’** (channel effect), όπου ο άνεμος επιταχύνεται και δημιουργεί δυσάρεστο περιβάλλον. Το φαινόμενο παρατηρείται σε δρόμους μακρύτερους από 100 - 125 m και θα είναι ακόμα δυσμενέστερο εάν οι δρόμοι σχηματίζουν τούνελ (**φαινόμενο Venturi**, Σχήμα 5.35).



**Εικόνα 5.35:** Ειδική περίπτωση του φαινομένου του καναλιού (channel effect) – Το φαινόμενο Venturi.

Για την προστασία της ζώνης των πεζών από υψηλές ταχύτητες και τύρβη σε έναν αστικό χώρο μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως **ανεμοφράχτες είτε συμπαγείς κατασκευές (κτίρια, τοίχοι, κλπ.) (Εικόνα 5.36) είτε διαπερατές κατασκευές (βλάστηση, ανοιχτοί φράχτες κ.λπ.)**. Συμπαγείς ανεμοφράχτες μπορούν να παρέχουν καλή προστασία κοντά στην κατασκευή, αλλά τείνουν να δημιουργήσουν υψηλές ταχύτητες και τύρβη σε κάποια απόσταση. Για το λόγο αυτό σε πολλές περιπτώσεις είναι προτιμότερη η χρήση διαπερατών ανεμοφραχτών.



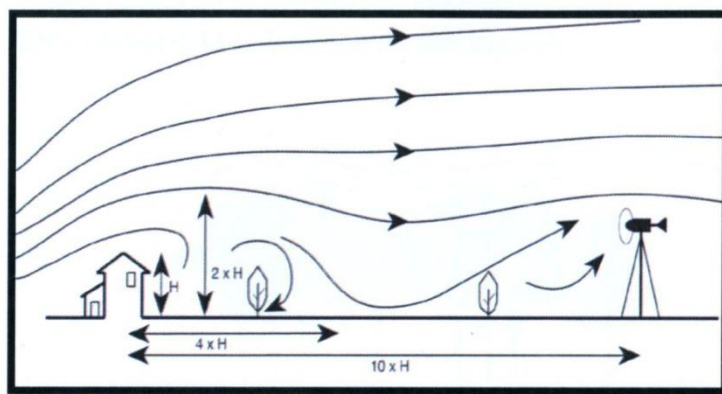
**Εικόνα 5.36:** Παράδειγμα μέτρου προστασίας κατά της κατακόρυφης ροής του αέρα βεράντα στη βάση ψηλού κτιρίου.

**Η βλάστηση είναι πολύ αποτελεσματική στην εμπόδιση του ανέμου** καθώς τα κλαδιά και τα φυλλώματα επιβραδύνουν τον άνεμο χωρίς να δημιουργούν πολλούς στροβιλισμούς (Εικόνα 5.37). Μελέτες έδειξαν ότι ελαφρώς κλειστές σειρές φυτών δίνουν την καλύτερη και πιο ομοιογενή προστασία (50 - 65% επιφάνεια ανοίγματος). Είναι σημαντικό η ζώνη των φυτών να παρέχει την ίδια προστασία σε όλο το ύψος, έτσι μπορεί να χρειαστεί να συνδυαστούν διαφορετικά είδη βλάστησης, για παράδειγμα η χρήση δέντρων για προστασία σε ορισμένο ύψος και θάμνων για προστασία κοντά στο έδαφος. Τέτοιες σειρές φυτών μπορούν να παρέχουν προστασία σε απόσταση 4-5 φορές το ύψος τους. Διαπερατοί φράχτες μπορεί να αποτελούν επίσης καλή λύση. Μελέτες έδειξαν ότι φράχτες με 35-40% άνοιγμα δίνουν την καλύτερη προστασία.



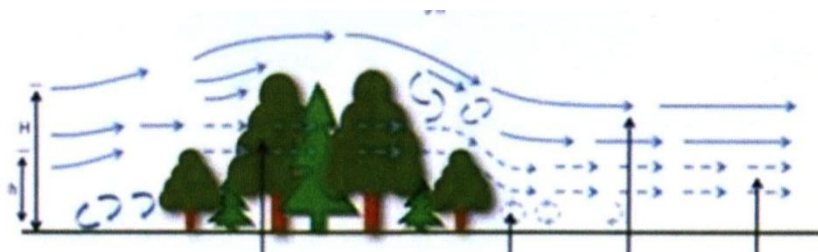
**Εικόνα 5.37:** Η βλάστηση ως ανεμοφράκτης.

Στην εικόνα 5.38 αποτυπώνεται η ροή του αέρα λόγω σταθερών εμποδίων και φύτευσης. Σε ύψος χαμηλότερο του διπλάσιου του ύψους ( $2H$ ) του εμποδίου και για οριζόντια απόσταση τετραπλάσια του ύψους ( $4H$ ) εμφανίζεται ζώνη στροβιλισμού καθώς η ροή προχωρά προς τα κάτω. Συστάδα δένδρων στο χώρο του αρχικού στροβιλισμού αυξάνει τον στροβιλισμό. Η ομαλοποίηση του φαινομένου ξεκινά από οριζόντια απόσταση δεκαπλάσια του ύψους ( $10H$ ).



**Εικόνα 5.38:** Ζώνες επιρροής κτιρίων στην ροή του ανέμου<sup>54</sup>.

Στην εικόνα 5.39 έχουμε μια προοδευτική αύξηση και εν συνεχεία μείωση του ύψους φύτευσης με αποτέλεσμα να εξομαλύνεται η τυρβώδεις ροή.

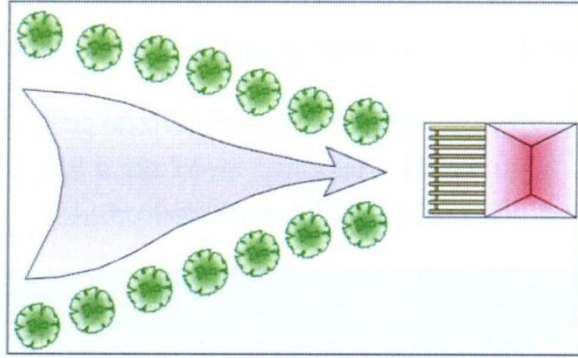


**Εικόνα 5.39:** Ροή ανέμου σε προοδευτική αύξηση – μείωση του ύψους της φύτευσης<sup>55</sup>.

Στην εικόνα 5.40 μπορούμε να παρατηρήσουμε συστάδες φυλλοβόλων δένδρων σε σχήμα χωνιού κατευθύνουν τον αέρα στο κτίριο το θέρος, κατά τη βιοκλιματική διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου κτιρίου, ώστε να εξασφαλίζεται ο αερισμός τη θερινή περίοδο.

<sup>54</sup> Πηγή: <http://info.cat.org.uk/questions/wind/where-should-i-put-wind-turbine>

<sup>55</sup> Πηγή: <http://naturesenergycompany.com/is-wind-right-for-you.html>



**Εικόνα 5.40:** Διοχέτευση θερινών ανέμων στο ανοιχτό καθιστικό<sup>56</sup>.

**Η αποτελεσματικότητα της φύτευσης εξαρτάται από:**

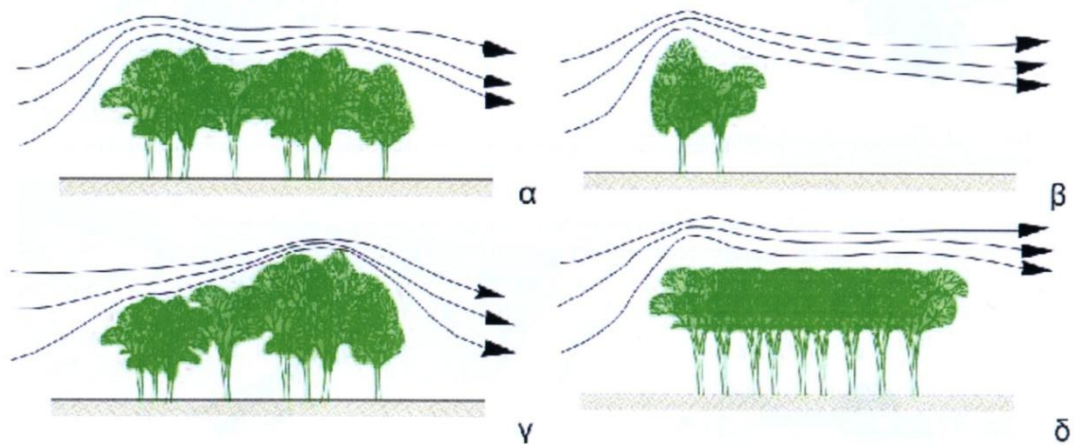
- Το σχήμα
- Την πυκνότητα
- Το ύψος
- Τη δομή
- Την απόσταση φύτευσης

Στην εικόνα 5.41α η επιμήκης συστάδα δένδρων δημιουργεί μικρή προστατευόμενη περιοχή. Στην εικόνα 5.41β μια μικρή συστάδα δένδρων προστατεύει μια μεγαλύτερη περιοχή. Στην εικόνα 5.41γ έχουμε μια συστάδα με κεκλιμένη κώμη ενώ στην εικόνα 5.41δ έχουμε μια συστάδα με ευθεία κώμη.

---

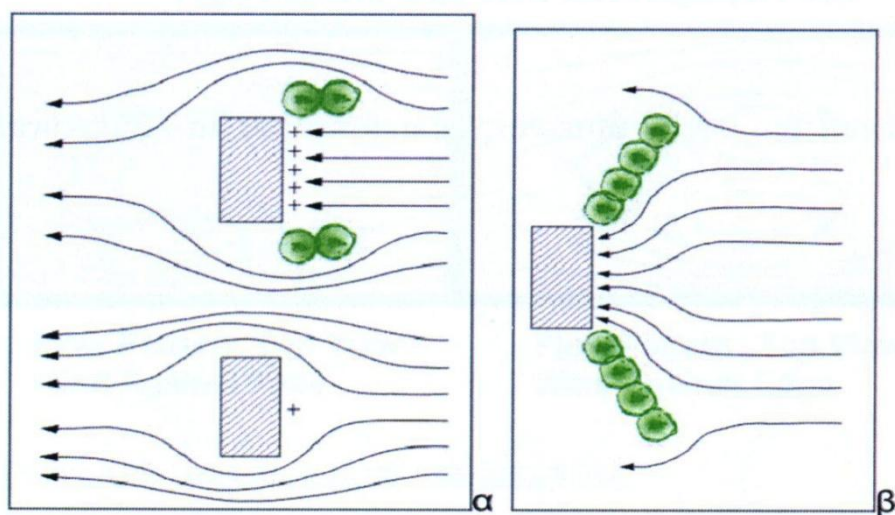
<sup>56</sup> Εικόνες 5.40 – 5.42

Πηγή: <http://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/4>



**Εικόνα 5.41:** Δημιουργία υπήνεμων περιοχών.

Στην εικόνα 5.42 διακρίνονται οι διαφορετικές κατευθύνσεις φύτευσης εκτρέπουν ή διευθύνουν τον αέρα.



**Εικόνα 5.42:** α) Δένδρα εκτρέπουν τον αέρα και β) Δένδρα διευθύνουν τον αέρα.

Στην εικόνα 5.43 διακρίνεται φύτευση δέντρων με πυκνά φυλλώματα (αιθαλή) τα οποία θα εμποδίσουν τους επικρατούντες ανέμους να εισχωρήσουν στον χώρο<sup>57</sup>.

<sup>57</sup> Νικολοπούλου, 2004, σελ.37





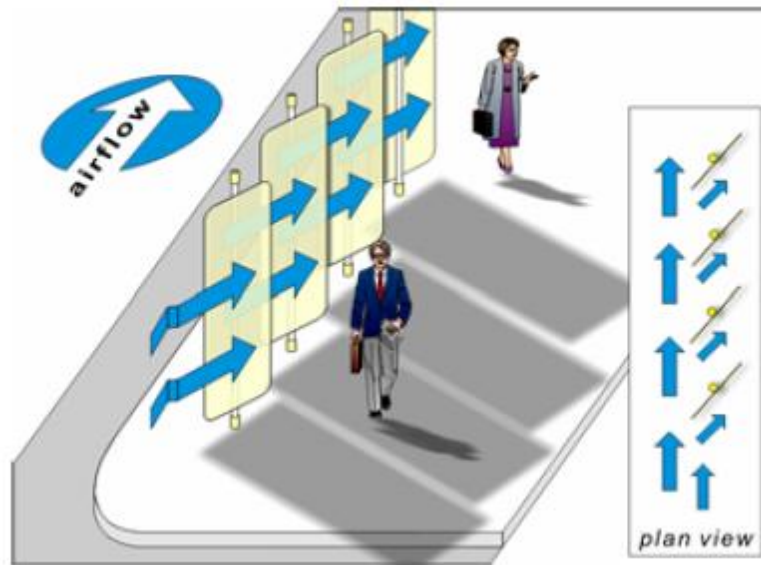
**Εικόνα 5.43:** Φύτευση πυκνών φυλλωμάτων για εμπόδιο των επικρατούντων ανέμων.

Η δημιουργία «βυθισμένων» χώρων, χώρων δηλαδή που θα βρίσκονται χαμηλότερα από το επίπεδο του δρόμου καθώς μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικοί για την ανεμοπροστασία γιατί επιτρέπουν τον άνεμο να περνάει από πάνω τους (ibid).



**Εικόνα 5.44:** Δημιουργία «βυθισμένων χώρων» για ανεμοπροστασία.

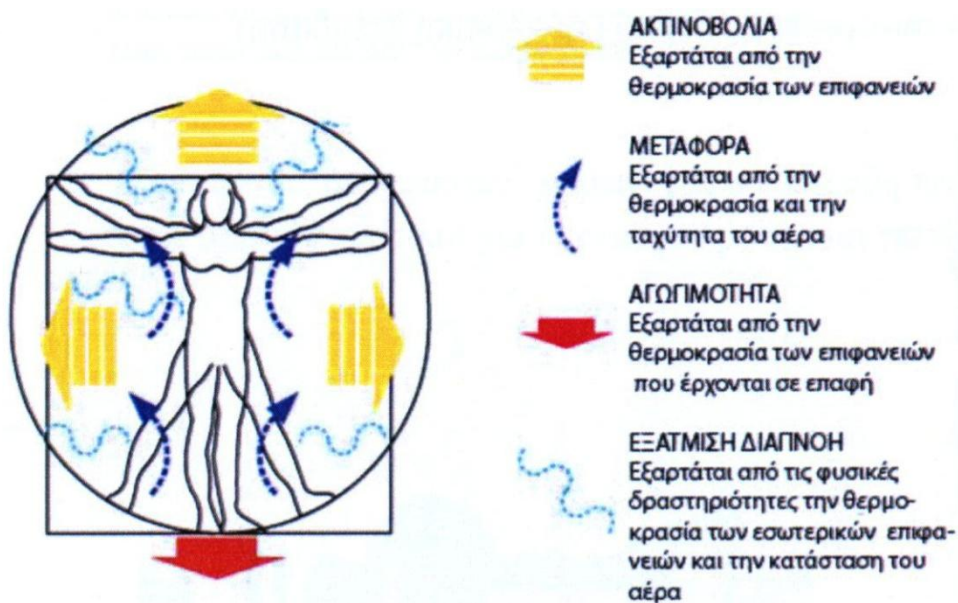
Τέλος, είναι συχνή η χρήση κατακόρυφων ή κεκλιμένων σκιάστρων κυρίως από την πλευρά των επικρατούντων ανέμων ενός οικοπέδου τα οποία βοηθούν στην διοχέτευση του ανέμου το καλοκαίρι και στην εμπόδιση του ανέμου τον χειμώνα (ibid).



**Εικόνα 5.45:** Σκίαστρα για διοχέτευση ανέμου το καλοκαίρι και εμπόδιση του τον χειμώνα.

## Κεφάλαιο 6: Συνθήκες άνεσης

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στο άμεσο περιβάλλον επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την παραγωγική δραστηριότητα καθώς και την υγεία του ανθρώπου. Πολλοί ερευνητές μελετώντας την ανθρώπινη δραστηριότητα, διαπίστωσαν ότι αλλάζει ανάλογα με την εποχή και την κλιματική ζώνη<sup>58</sup>. Για παράδειγμα για μια ζεστή και με μεγάλη σχετική υγρασία ημέρα ο περιπατητής αισθάνεται δυσφορία σε σχέση με μια ζεστή μέρα με χαμηλή σχετική υγρασία. Στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι να εξασφαλίσει το αίσθημα της άνεσης, χωρίς την κατανάλωση ενέργειας και στον ανοιχτό χώρο χωρίς να επιβαρύνεται το μικρόκλιμα της περιοχής, αλλά να βελτιώνεται. 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).



**Εικόνα 6.1:** Συναλλαγή θερμότητας με ακτινοβολία, μεταφορά, αγωγιμότητα και εξατμισοδιαπνοή<sup>59</sup>.

<sup>58</sup> Ανδρεαδάκη, 2006, σελ. 31

<sup>59</sup> Πηγή: <http://www.mechanicalsolutions.gr/heating-cooling-roof-tabs.html>

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.

### **6.1 Θερμική άνεση**

Το ανθρώπινο σώμα, με τη βιολογική λειτουργία του μεταβολισμού, παράγει διαρκώς ενέργεια που απαιτείται για τη διατήρηση των ζωτικών λειτουργιών (καρδιακός ρυθμός, λειτουργία εγκεφάλου, αναπνοή κ.λπ.) και θερμότητα με την οποία ο οργανισμός διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία. Παράλληλα ανταλλάσσει με το περιβάλλον του θερμότητα με μεταφορά, εξάτμιση, αγωγή και ακτινοβολία. Όταν η παραγωγή θερμότητας γίνεται ίση με τις απώλειες που έχει προς το περιβάλλον τότε έχουμε κατάσταση «θερμικής ουδετερότητας»<sup>60</sup>. Την κατάσταση αυτή, στην οποία ο άνθρωπος αισθάνεται ικανοποίηση με το θερμικό του περιβάλλον και δεν επιθυμεί καμία αλλαγή σε αυτό, την ορίζουμε ως **θερμική άνεση**<sup>61</sup>. Από την αρχή αυτή προκύπτει ό τι η θερμική άνεση συστήνεται από δύο συνιστώσες, μία που σχετίζεται με τον ανθρώπινο παράγοντα και μία που σχετίζεται με το περιβάλλον.

Η εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης σε έναν ανοιχτό δημόσιο χώρο αποτελεί βασικό κριτήριο αξιολόγησης της ποιότητας το και είναι πολύ σημαντική για την χρήση του ή όχι από τους πολίτες. Στις περισσότερες μελέτες θερμικής άνεσης στον υπαίθριο χώρο, έχουν χρησιμοποιηθεί μαθηματικά θερμορυθμιστικά μοντέλα για τον ανθρώπινο οργανισμό, τα οποία προορίζονταν για τον υπολογισμό των συνθηκών άνεσης σε εσωτερικούς χώρους, τα οποία εξαρτώνται από τις

---

<sup>60</sup> Ευαγγελινός Ε., 2001. σελ. 37

<sup>61</sup> Κ.Α.Π.Ε., 2011, σελ. 20

περιβαλλοντικές συνθήκες, τη δραστηριότητα των ανθρώπων και το επίπεδο του ρουχισμού τους<sup>62</sup>.

Το μεγάλο εύρος μικροκλιματικών συνθηκών σε υπαίθριους χώρους ενισχύει το επιχείρημα ότι μια καλή αντιμετώπιση με κριτήρια φυσιολογίας είναι ανεπαρκής για τον χαρακτηρισμό των συνθηκών θερμικής άνεσης στο εξωτερικό περιβάλλον, ενώ το θέμα της προσαρμοστικότητας γίνεται όλο και πιο σημαντικό. Με τον όρο προσαρμοστικότητα εννοείται η βαθμιαία μείωση της αντίδρασης του οργανισμού σε επαναλαμβανόμενη έκθεση σε συγκεκριμένο ερέθισμα και περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες για τη βελτίωση της σχέσης μεταξύ του περιβάλλοντος και των αναγκών των ανθρώπων, τόσο σε φυσικό, όσο και ψυχολογικό επίπεδο<sup>63</sup>.

Στο φυσικό επίπεδο περιλαμβάνονται όλες οι αλλαγές που κάνουν οι άνθρωποι προκειμένου να προσαρμοστούν στο χώρο ή να εντάξουν το περιβάλλον στις ανάγκες τους, όπως για παράδειγμα την εποχιακή μεταβολή των ρούχων, αλλαγές θέσης στον χώρο ανάλογα με τον σκιασμό ή την έκθεση στον ήλιο (ibid). Το ψυχολογικό επίπεδο επηρεάζει τη θερμική αντίληψη του χώρου και τις αλλαγές που απαιτούνται, όπως η προσωπική επιλογή, η σχετική εμπειρία των ανθρώπων με παρόμοιες συνθήκες και οι προσδοκίες, αποδεικνύεται ότι αποτελούν μια κρίσιμη παράμετρο ικανοποίησης με το θερμικό περιβάλλον<sup>64</sup>.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η θερμική ουδετερότητα πρέπει το σώμα να είναι ικανό να πετύχει ισορροπία μεταξύ της παραγωγής ενέργειας και θερμικού κέρδους από τη μια και την απώλεια θερμότητας από την άλλη, έτσι ώστε η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος να παραμένει σταθερή<sup>65</sup>.

Ο δείκτης θερμότητας αποτελεί ένα μέτρο, του κατά πόσο η θερμοκρασία του αέρα σε συνδυασμό με τα ποσοστά της σχετικής υγρασίας, επηρεάζουν την αίσθηση άνεσης ή της δυσφορίας των ατόμων, καθώς και τις συνέπειες που έχει.

Στον πίνακα 6.1 παρουσιάζεται ο δείκτης θερμότητας συναρτήσει της θερμοκρασίας του αέρα (°C) και της σχετικής υγρασίας (%). Στην συνέχεια από τις αριθμητικές τιμές μας δίνονται τα αποτελέσματα της θερμικής άνεσης του ατόμου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το αίσθημα δυσφορίας και οι αναφερόμενες

---

<sup>62</sup> Νικολοπούλου, 2001, σελ. 6

<sup>63</sup> Νικολοπούλου, 2001, σελ. 6

<sup>64</sup> Νικολοπούλου, 2001, σελ. 7

<sup>65</sup> Achard, 1996, σελ. 62

επιπτώσεις αποτελούν μέσες θεωρητικές τιμές για άτομα. Στην πραγματικότητα εξαρτώνται και από άλλες παραμέτρους όπως η ηλικία, η υγεία, η φυσική κατάσταση, η ένδυση και το φύλλο.

**Πίνακας 6.1:** Δείκτης θερμότητας και αίσθησης δυσφορίας<sup>66</sup>.

ΔΕΙΚΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ – HEAT INDEX (° C)

	25%	31%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%		
42°	43	50	52	55	57	59	62	64	66	68	71	73	75	77	80	82	< 29 °C	Καθόλου δυσφορία
41°	45	48	51	53	55	57	59	61	63	65	68	70	72	74	76	79	30 - 34 °C	Ελαφρά αίσθηση δυσφορίας
40°	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75	35 - 39 °C	Έντονη αίσθηση δυσφορίας :να αποφεύγεται η έντονη κόπωση
39°	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	66	68	70	72	40 - 45 °C	Υψηλή αίσθηση δυσφορίας :να αποφεύγεται η κόπωση
38°	42	44	45	47	49	51	53	55	56	58	60	62	64	66	67	69	46 - 53 °C	Σημαντικός κίνδυνος :να αποφεύγεται κάθε δραστηριότητα
37°	40	42	44	45	47	49	51	52	54	56	58	59	61	63	65	66	>54 °C	Μεγάλος κίνδυνος για την υγεία : πιθανή καρδιακή προσβολή
36°	39	40	42	44	45	47	49	50	52	54	55	57	59	60	62	63		
35°	37	39	40	42	44	45	47	48	50	51	53	54	56	58	59	61		
34°	35	37	39	40	42	43	45	46	48	49	51	52	54	55	57	58		
33°	34	36	37	39	40	41	43	44	46	47	48	50	51	53	54	55		
32°	33	34	36	37	38	40	41	42	44	45	46	48	49	50	52	53		
31°	32	33	34	35	37	38	39	40	42	43	44	45	47	48	49	50		
30°	30	32	33	34	35	36	37	39	40	41	42	43	45	46	47	48		
29°	29	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	45	46		
28°	29	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43		
27°	27	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41		
26°	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39		
25°	25	25	26	27	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37		
24°	24	24	24	25	26	27	28	28	29	30	31	32	33	33	34	35		
23°	23	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33		
22°	22	22	22	22	23	24	25	25	26	27	27	28	29	30	30	31		

Για παράδειγμα λαμβάνοντας υπ' όψη την εκτιμώμενη θερμοκρασία αέρα βάση της μεθόδου συχνοτήτων θερμοκρασιών (bin method) η οποία είναι 34°C για το καλοκαίρι<sup>67</sup> και αντιστοίχως η σχετική υγρασία 65%<sup>68</sup>, παρατηρούμε ότι ο δείκτης θερμότητας είναι 46°C «σημαντικός κίνδυνος». Εάν όμως πετύχουμε την μείωση της θερμοκρασίας του αέρα κατά ένα μόνο βαθμό δηλαδή 33 °C, με την ίδια υγρασία ο δείκτης θερμότητας είναι 44 °C «υψηλή αίσθηση δυσφορίας», εάν δε η μείωση της θερμοκρασίας του αέρα επιτευχτεί κατά 4 °C δηλαδή 30 °C με την ίδια υγρασία ο δείκτης θερμότητας είναι 39 «έντονη δυσφορία». Επομένως ακόμη και μικρή σχετικά μείωση της θερμοκρασίας του αέρα μπορεί να επιφέρει σημαντική βελτίωση του αισθήματος της άνεσης.

<sup>66</sup> Πηγή: <http://www.eurometeo.com/english/read/docs-heat>

<sup>67</sup> Κουρεμένου, 1984, σελ. 169

<sup>68</sup> Κουρεμένου, 1984, σελ. 133

## **6.2 Ο ανθρώπινος παράγων στη θερμική άνεση**

Σύμφωνα με το ISO 7730 το αίσθημα άνεσης εξαρτάται από παράγοντες που αφορούν τον άνθρωπο, οι οποίοι είναι:

- Η τιμή μεταβολισμού σε  $W / m^2$  της επιφάνειας του ατόμου.
- Η θερμική αντίσταση μεταφοράς των ενδυμάτων  $m^2K / W$  (ένδυση).
- Η θερμοκρασία του δέρματος.

Κάθε μία από τις παραμέτρους του ανθρώπινου παράγοντα διαφοροποιείται για κάθε άνθρωπο. Ο **μεταβολισμός** σχετίζεται με ατομικά χαρακτηριστικά όπως τη μάζα του σώματος, τη σύσταση των ιστών, την ηλικία, το φύλο, το επίπεδο των ορμονών και τη γενικότερη κατάσταση της υγείας ενώ διαφοροποιείται και από το είδος της δραστηριότητας που ασκεί στο συγκεκριμένο χώρο και χρόνο το άτομο.

**Ο μεταβολισμός** είναι το σύνολο των χημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στο σώμα. Ο σκοπός είναι το σώμα να διατηρείται σε μια σταθερή θερμοκρασία  $36,7^{\circ}C$ , λαμβάνοντας υπόψη την ενέργεια που δαπανάται κατά την διάρκεια της φυσικής δραστηριότητας, δεδομένου ότι η θερμότητα του σώματος αυξάνεται ανάλογα με την ένταση της δραστηριότητας<sup>69</sup>.

Οι μεταβολικές δραστηριότητες του σώματος ευθύνονται για την μεταβολή της θερμοκρασίας του σώματος η οποία πρέπει να ρυθμίζεται για να διατηρείται στα φυσιολογικά επίπεδα. Στα ψυχρά κλίματα όπου η θερμοκρασία του σώματος είναι συνήθως ψηλότερη από αυτή του χώρου, οι αντιδράσεις μεταβολισμού συμβαίνουν συνεχώς για να αντισταθμίσουν την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον.

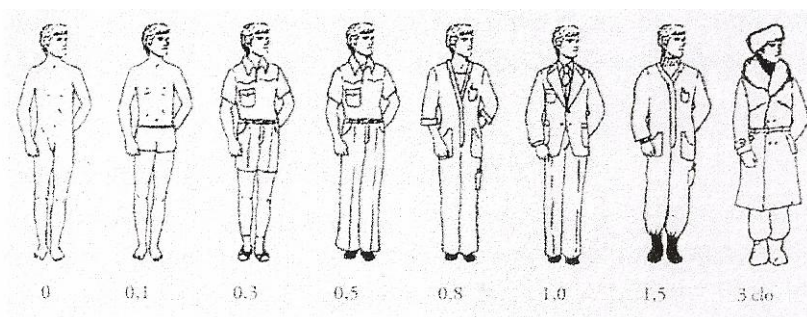
Ενώ στα θερμά κλίματα όταν η θερμοκρασία είναι περίπου ίση και μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του σώματος ο άνθρωπος αισθάνεται δυσφορία και μπορεί να πάθει ακόμη και θερμοπληξία γιατί ο οργανισμός του επιβαρύνεται. Η παραγωγή ενέργειας από το μεταβολισμό εξαρτάται από τη στάθμη της δραστηριότητας την οποία εκτελεί το άτομο και την υγεία του.

---

<sup>69</sup> Howell, 1998, σελ.4.3



Παράλληλα η **ενδυμασία** ελέγχει τη θερμική μετάδοση του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος, παρεμβάλλεται στη διαδικασία εξάτμισης του ιδρώτα και τροποποιεί τις θερμικές προσόδους από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία ανάλογα με το χρώμα των ρούχων. Η ενδυμασία αποτελεί μία παράμετρο που ο άνθρωπος μπορεί μόνος του να μεταβάλλει για να βελτιώσει τη θερμική του άνεση.



**Εικόνα 6.2:** Θερμική μόνωση που παρέχουν διάφοροι συνδυασμοί ρουχισμού<sup>70</sup>.

Η ένδυση δημιουργεί μια θερμική αντίσταση στην ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ της επιφάνειας του δέρματος και της γύρω ατμόσφαιρας. Η θερμική αντίσταση της συνηθισμένης καλοκαιρινής ενδυμασίας είναι 0.5 clo ενώ της χειμερινής ένδυσης για παραμονή σε εσωτερικούς χώρους είναι 1 clo<sup>71</sup>. Στον εξωτερικό χώρο η ένδυση μεταβάλλεται ανάλογα με το κλίμα και την εποχή. Έτσι και στον Ελλαδικό χώρο στατιστικά παρατηρείται ότι η θερμική αντίσταση κυμαίνεται για την θερινή περίοδο μεταξύ 0,3 έως 0,8 clo, ενώ την χειμερινή περίοδο από 1 μέχρι 3 clo. Στην Φλώρινα για παράδειγμα με τις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες η ένδυση θα πρέπει να έχει μεγάλη θερμική αντίσταση στην ανταλλαγή θερμότητας, θα είναι δηλαδή της τάξεως των 3 clo ενώ για την Αθήνα 1,5 με 2 clo.

Η **θερμοκρασία της επιφάνειας του δέρματος** είναι συνάρτηση του μεταβολισμού, της ένδυσης, της θερμοκρασίας του χώρου κ.λπ. σε αντίθεση με την εσωτερική θερμοκρασία του σώματος η οποία παραμένει σε γενικές γραμμές σταθερή. Επομένως αυτό που μας απασχολεί στο κομμάτι της θερμικής άνεσης είναι η απώλεια θερμότητας του δέρματος. Η διαδικασία μεταφοράς της

<sup>70</sup> Πηγή: Τσίγκα Ε., Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, σελ. 63

<sup>71</sup> Το clo είναι μονάδα της θερμικής αντίστασης που οφείλεται στην ένδυση και είναι ίση με  $0,155\text{m}^2\text{K/W}$



θερμότητας είναι από την επιφάνεια του δέρματος, μέσω της μόνωσης των ρούχων στην εξωτερική επιφάνεια της ένδυσης και στην συνέχεια στο περιβάλλον<sup>72</sup>.

Ένδυμασία	clo
Ανδρικά εσώρουχα	0,04
Γυναικεία εσώρουχα	0,03
Κοντομάνικο	0,08
Καλτσάκια	0,03
Καλσόν	0,02
Σανδάλια	0,02
Μπότες	0,10
Κοντομάνικη μπλούζα	0,19
Μακριμάνικη μπλούζα	0,25
Κοντό σορτσάκι	0,08
Μακρύ σορτσάκι	0,15
Παντελόνι (λεπτό)	0,24
Παντελόνι (χοντρό)	0,28
Παντελόνι φόρμας	0,49
Φούστα	0,14
Φόρεμα μακρύ (χοντρό)	0,47
Φορεμα μακρύ (λεπτό)	0,33
Φόρεμα κοντό (λεπτό)	0,29
Γιλέκο (λεπτό)	0,13
Πουλόβερ	0,36
Μονόπετη ζακέτα (λεπτή)	0,36
Μονόπετη ζακέτα (χοντρή)	0,44
Διπλόπετη ζακέτα (λεπτή)	0,42
Διπλόπετη ζακέτα (χοντρή)	0,48

**Πίνακας 6.2:** Θερμικές αντιστάσεις ενδυμάτων<sup>73</sup>.

### **6.3 Ο περιβαλλοντικός παράγων στη θερμική άνεση**

Σύμφωνα με το ISO 7730 το αίσθημα άνεσης εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, οι οποίοι είναι:

- Η θερμοκρασία αέρα του χώρου °C.
- Η σχετική υγρασία χώρου %.
- Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των επιφανειών του περιβάλλοντος °C.
- Η σχετική ταχύτητα του αέρα του χώρου m/s.

<sup>72</sup> ASHRAE, 2001, σελ 8.3

<sup>73</sup> Πηγή: ASHRAE HANDBOOK (2001), σελ. 4.5

Η **θερμοκρασία του αέρα** σε ένα χώρο αποτελεί σημαντική παράμετρο θερμικής άνεσης γιατί σχετίζεται άμεσα με το μηχανισμό ανταλλαγής θερμότητας μέσω μεταφοράς μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος αέρα. Η επιβράδυνση της ανταλλαγής θερμότητας που προκαλείται από την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα ή η διακοπή της όταν αυτή αγγίξει τη θερμοκρασία του δέρματος εκδηλώνεται με αίσθημα ζέστης ενώ τα αντίθετα συναισθήματα προκαλούνται από τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα.

Η **μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας (MRT)** ορίζεται ως ο μέσος όρος των θερμοκρασιών των επιφανειών που μας περιβάλλουν συμπεριλαμβανομένης της ηλιακής ακτινοβολίας. Η σχέση της με τη θερμοκρασία του σώματος ορίζει τη σχέση της επικρατέστερης εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας μεταξύ αυτής που εκπέμπουν τα περιβάλλοντα υλικά και το ανθρώπινο σώμα. Όταν η θερμοκρασία των αντικειμένων υπερτερεί της θερμοκρασίας του δέρματος αντιλαμβανόμαστε αίσθημα ζέστης ενώ όταν υπολείπεται αντιλαμβανόμαστε αίσθημα ψύχους. Σύμφωνα με τους ερευνητές η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας έχει μεγαλύτερη επίδραση στη θερμική άνεση, ενίοτε μέχρι και δύο φορές, από τη θερμοκρασία αέρα.

Η **κίνηση του αέρα** επιδρά στη θερμική ισορροπία του ανθρώπινου σώματος και συνεπώς στη θερμική άνεση αφενός επηρεάζοντας την ταχύτητα ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ σώματος και περιβάλλοντος μέσω αγωγιμότητας και μεταφοράς και αφετέρου επηρεάζοντας την ταχύτητα ψύξης του σώματος μέσω της εξάτμισης

του ιδρώτα. Πέραν όμως του ρυθμιστικού ρόλου του αέρα στη θερμική άνεση, ο άνεμος είναι επίσης σημαντικός παράγοντας στις συνθήκες άνεσης κίνησης των πεζών στους ανοικτούς χώρους. Αναφέροντας πολύ συνοπτικά τα συμπεράσματα των Lawson & Penwarden ένας άνεμος ταχύτητας από 3 Beaufort και άνω γίνεται ενοχλητικός για τους πεζούς και από 8 Beaufort και άνω γίνεται επικίνδυνος<sup>74</sup>.

Η **υγρασία της ατμόσφαιρας** επηρεάζει το ρυθμό εξάτμισης του ιδρώτα και του παρεπόμενου δροσισμού του ανθρώπινου σώματος. Επειδή ωστόσο η

---

<sup>74</sup> Κ.Α.Π.Ε., 2011, σελ. 26-27

παραγωγή ιδρώτα προκαλείται αφού έχει προηγηθεί διατάραξη του θερμικού ισοζυγίου του

ανθρώπου είναι κατανοητό ότι η επίδραση της ατμοσφαιρικής υγρασίας στη θερμική άνεση αφορά περιορισμένο θερμοκρασιακό εύρος<sup>75</sup>.

#### **6.4 Οπτική άνεση**

Η οπτική άνεση σε μια αστική περιοχή απαιτεί την εξασφάλιση τεσσάρων επιμέρους προϋποθέσεων<sup>76</sup>:

- Κατανομή και επάρκεια του φωτισμού.
- Την αποφυγή οπτικής θάμβωσης.
- Ανεμπόδιση θέα του τοπίου ή των γύρω κτιρίων και γενικά στοιχείων ευχάριστα στο άτομο.
- Διεύρυνση του αριθμού των ωρών που χρησιμοποιείται ο χώρος και η βελτίωση της ασφάλειας.

Πρωταρχικός παράγοντας για την κατανομή και επάρκεια του φωτισμού αποτελεί η διείσδυση και η κατανομή του φυσικού φωτισμού<sup>77</sup>.

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/m<sup>2</sup>) (ibid).

Η ελαχιστοποίηση της θάμβωσης, η οποία δημιουργείται είτε μέσω της έκθεσης σε άμεσο φυσικό φως υψηλής έντασης (άμεση θάμβωση), είτε κάποια επιφάνεια εμφανίζει ιδιαίτερη αυξημένη λαμπρότητα σε σχέση με το υπόλοιπο περιβάλλον (έμμεση θάμβωση) αποτελεί σημαντικό παράγοντα που πρέπει να ληφθεί υπ' όψη κατά τον σχεδιασμό.

Η άμεση θάμβωση ελέγχεται μέσω της δημιουργίας σκιασμένων επιφανειών, ενώ η έμμεση θάμβωση ελέγχεται με την κατάλληλη επιλογή υλικών επίστρωσης

---

<sup>75</sup> Ευαγγελινός Ε., 2001. σελ. 38-40

<sup>76</sup> Τοπάλης, 2010, σελ. 248

<sup>77</sup> Οδηγός μελετών, 2011, σελ.24

όπως το γρασίδι και πλάκες σχιστόλιθου που έχουν χαμηλή τιμή ανακλαστικότητας (πίνακας 6.3)<sup>78</sup>.

**Πίνακας 6.3:** Τιμές ανακλαστικότητας των υλικών επίστρωσης δαπέδων ελεύθερων χώρων.

ΥΛΙΚΟ	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ
Μάρμαρο	45%
Τσιμέντο	27%
Βλάστηση	25%
Χαλίκια	13%
Σχιστόλιθος	8%
Γρασίδι	6%

Από την ανάλυση το που κοιτούν οι χρήστες των ανοιχτών χώρων προκύπτει ότι η πιο συχνή κατεύθυνση του βλέμματος προσανατολίζεται προς το « ανοιχτό » τμήμα του χώρου π.χ. στη θέα του ουρανού<sup>79</sup>. Στη φάση του σχεδιασμού είναι χρήσιμο να χαρτογραφηθούν τα σημεία ενός ελεύθερου χώρου όπου κυριαρχεί η θέα του ουρανού. Τα σημεία αυτά μπορούν να θεωρηθούν ότι σχηματίζουν « πυρήνα » του χώρου (ibid).

Ο κατάλληλος έλεγχος της διείσδυσης και κατανομής του φωτός, ο περιορισμός φαινομένων οπτικής δυσφορίας (θάμβωση) και η ανεμπόδιση θέα εξασφαλίζουν την οπτική άνεση.

### **6.5 Ακουστική άνεση**

Τέλος, η ακουστική άνεση αποτελεί ένα ακόμα βασικό κριτήριο του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ιδιαίτερα σε πυκνούς αστικούς ιστούς και αποβλέπει στον έλεγχο της ηχορύπανσης. Δεν είναι όλοι οι ήχοι θόρυβος. Κάποιοι ήχοι είναι

<sup>78</sup> Χρυσομαλλίδου, 2002, σελ.18

<sup>79</sup> Νικολοπούλου, 2004, σελ. 30

υπό συνθήκες κατάλληλοι όπως ο ήχος του νερού και θα πρέπει να διατηρηθούν ή ακόμα και να ενισχυθούν παρά να εξαλειφτούν. Οι ηχητικές πηγές ποικίλουν από πηγές θορύβου (κυκλοφορία αυτοκινήτων), μέχρι επιθυμητούς ήχους, που συνήθως περιλαμβάνουν φυσικές πηγές ( θρόισμα φύλλων ). Για την μελέτη του ήχου πρέπει να βρεθεί η στάθμη της ηχητικής πίεσης, το φάσμα, οι χρονικές συνθήκες, η θέση, η απόσταση της πηγής από τους χρήστες του χώρου, η κίνηση της πηγής και τα ψυχολογικά και φυσιολογικά φαινόμενα.

Η στάθμη της ηχητικής πίεσης μετριέται σε db, ένα μετρητικό σύστημα που αντιστοιχεί στην αίσθηση των ανθρώπων σε σχέση με τους ήχους<sup>80</sup>. Προκειμένου να διεξάγουμε συμπεράσματα για την ακουστική άνεση ενός χώρου πρέπει να λάβουμε υπόψη και κάποιους ακόμη παράγοντες που τον επηρεάζουν όπως η αντήχηση σε ένα χώρο (χρόνος εξασθένησης του ήχου), το μοτίβο της αντανάκλασης (ακουστικά ελαττώματα όπως η ηχώ και το εστιακό φαινόμενο) και η γνώση του γενικού θορύβου βάθους καθώς και των ειδικών ηχητικών πηγών γύρω από τον ανοιχτό χώρο που εξετάζεται.

Κοινωνικά χαρακτηριστικά των χρηστών επίσης παίζουν σημαντικό ρόλο όπως για παράδειγμα το φύλο ή ηλικιακή ομάδα, ο τόπος κατοικίας των χρηστών του χώρου (σε αγροτικές περιοχές ζώνη 1 όρια 35–45 Db, ενώ σε αστικές κατοικίες ζώνη 2 όρια 40–50 dB), η προηγούμενη ακουστική εμπειρία, το ακουστικό περιβάλλον στο σπίτι και στον χώρο εργασίας, καθώς και το γενικό κοινωνικό και εκπαιδευτικό υπόβαθρο.

Σύμφωνα με τον διεθνή οργανισμό τυποποίησης για περιοχές αστικής κατοικίας ή χώρων αναψυχής η οποία ανήκει στην Ζώνη 1 τα επίπεδα ντεσιμπέλ στα οποία ο άνθρωπο αισθάνεται άνετα είναι μεταξύ 35–45 dB<sup>81</sup>.

**Πίνακας 6.4:** Ταξινόμηση ζωνών και ορίων θορύβου.

<b>ΖΩΝΗ</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΟΡΙΑ ΘΟΡΥΒΟΥ (dB)</b>
<b>1</b>	Περιοχές νοσοκομείων, αναψυχής, αγροτικές περιοχές	35-45

<sup>80</sup> Νικολοπούλου, 2004, σελ. 32

<sup>81</sup> Τζενάκης, 2002, σελ. 17

<b>2</b>	Περιοχές αστικής κατοικίας	40-50
<b>3</b>	Περιοχές κατοικίας με μικρή ανάμιξη βιοτεχνικών εργαστηρίων και καταστημάτων	45-55
<b>4</b>	Περιοχές με βιοτεχνικά εργαστήρια ή κύριους δρόμους	50-60
<b>5</b>	Κέντρο πόλης, διοίκηση, εμπόριο, γραφεία	55-65
<b>6</b>	Βιομηχανικές περιοχές	60-70

Προκειμένου να επιτευχθούν οι κατάλληλες συνθήκες ακουστικής άνεσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ηχοπετάσματα προς τις κατευθύνσεις των έντονων ήχων, υψηλή φύτευση η οποία θα μειώσει αισθητά τους έντονους ήχους. Επίσης επειδή όλοι οι δυσάρεστοι ήχοι δεν μπορούν να εξαλειφθούν, μπορούν να τοποθετηθούν στον υπαίθριο χώρο στοιχεία τα οποία κάνουν ευχάριστο θόρυβο προσπαθώντας έτσι να καλύψουν την γύρω ηχορύπανση.

## Κεφάλαιο 7 Φωτοβολταϊκά Συστήματα

### 7.1 Ορισμοί<sup>82</sup>

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



**Εικόνα 7.1:** 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.

---

<sup>82</sup> Πηγές:

- 1) [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Apr08.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Apr08.pdf)
- 2) <http://www.earthscan.co.uk/Portals/0/Files/Sample%20Chapters/9781844074426.pdf>
- 3) [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr)
- 4) <http://www.s-ol-ar.gr>
- 5) [http://www.hellascams.gr/grc/products/solar\\_panel/pv\\_fundamentals.html](http://www.hellascams.gr/grc/products/solar_panel/pv_fundamentals.html)



**Εικόνα 7.2:** Φωτοβολταϊκό πλαίσιο.

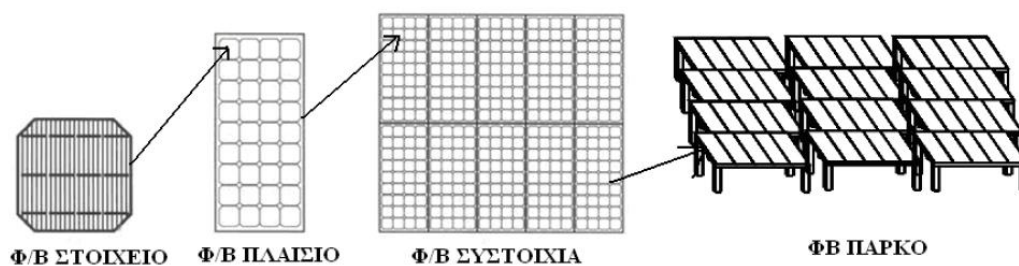
**Φωτοβολταϊκό πάνελο:** Ένα ή περισσότερα φ/β πλαίσια, που έχουν συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή (PV panel).

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



**Εικόνα 7.3:** Φωτοβολταϊκή συστοιχία.

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



**Εικόνα 7.4:** Πορεία από το φωτοβολταϊκό στοιχείο έως το φωτοβολταϊκό πάρκο.



## **7.2 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.

### **7.3 Μονάδες Φωτοβολταϊκών συστημάτων**<sup>83</sup>

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.

---

<sup>83</sup> Πηγές:

1) [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Apr08.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Apr08.pdf)

2) <http://www.earthscan.co.uk/Portals/0/Files/Sample%20Chapters/9781844074426.pdf>

3) [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr)

4) <http://www.s-ol-ar.gr>

5) [http://www.hellascams.gr/grc/products/solar\\_panel/pv\\_fundamentals.html](http://www.hellascams.gr/grc/products/solar_panel/pv_fundamentals.html)

- 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.

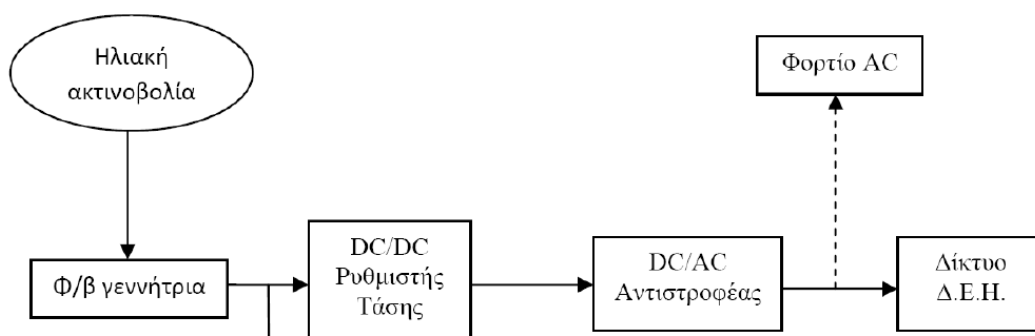
Ο **αντιστροφέας (inverter)** είναι η ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο κατάλληλης τιμής και συχνότητας για διασύνδεση στο δίκτυο. Με τον τρόπο αυτό δίνεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης συμβατικού ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, αλλά από την άλλη αυξάνεται το κόστος του συστήματος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

## 7.4 Κατηγορίες Φωτοβολταϊκών συστημάτων<sup>84</sup>

### ➤ Διασυνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα



**Εικόνα 7.5:** 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

<sup>84</sup> Πηγές:

1) [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Apr08.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Apr08.pdf)

2) <http://www.earthscan.co.uk/Portals/0/Files/Sample%20Chapters/9781844074426.pdf>

3) [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr)

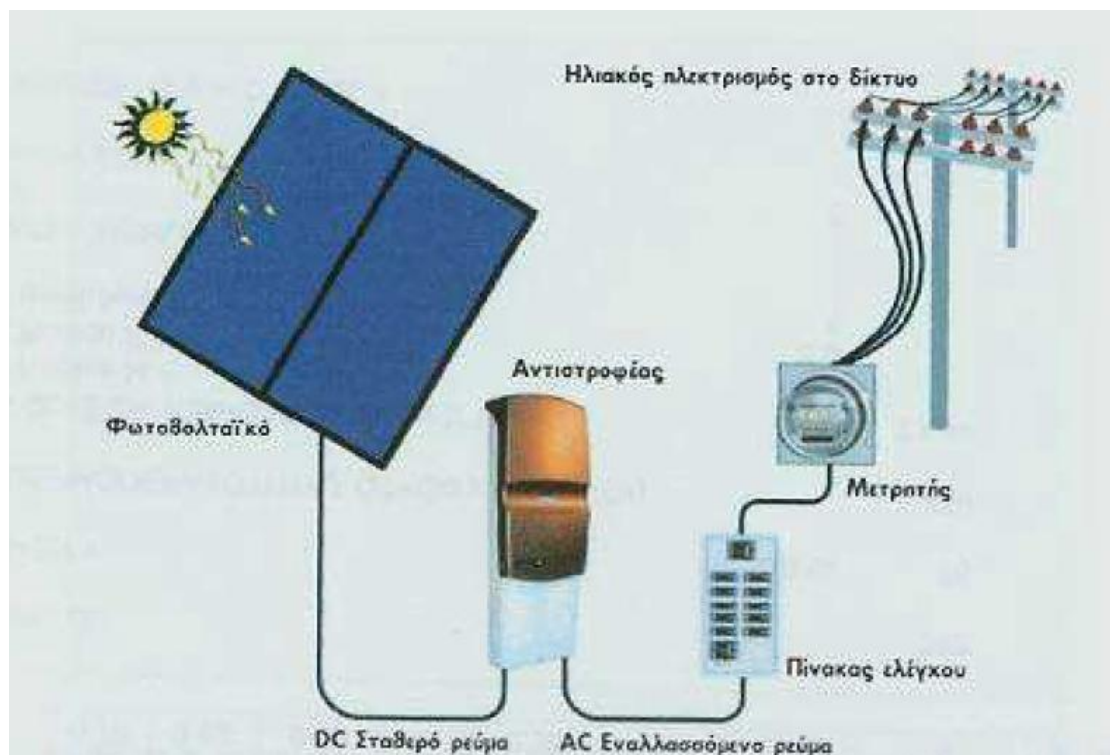
4) <http://www.s-ol-ar.gr>

5) [http://www.hellascams.gr/grc/products/solar\\_panel/pv\\_fundamentals.html](http://www.hellascams.gr/grc/products/solar_panel/pv_fundamentals.html)

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.

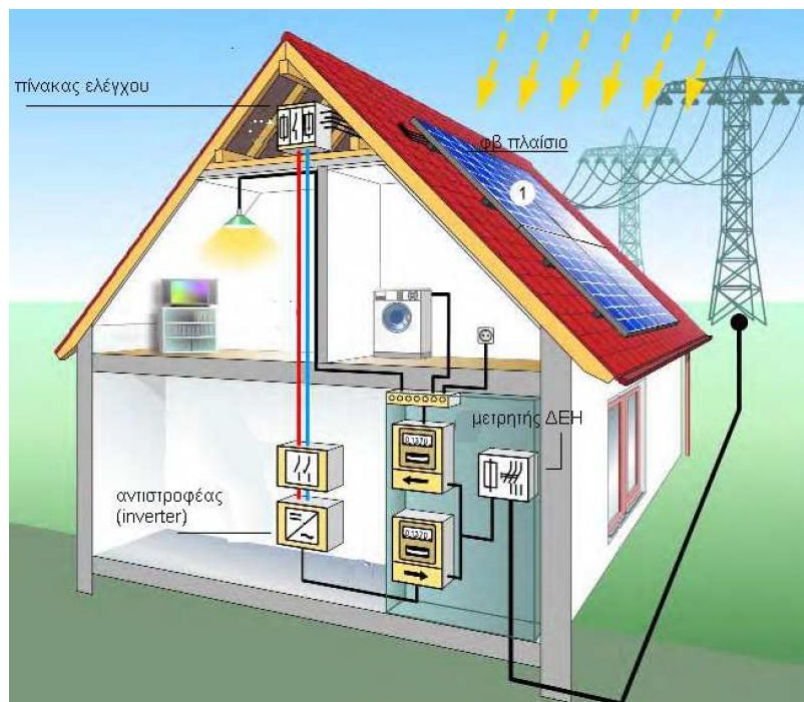


Εικόνα 7.6: Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα<sup>85</sup>.

- **Πώληση / αγορά ενέργειας προς/από το ηλεκτρικό δίκτυο:** εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν το δίκτυο ως εναλλακτική πηγή τροφοδοσίας

<sup>85</sup> <http://www.s-ol-ar.gr>

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).

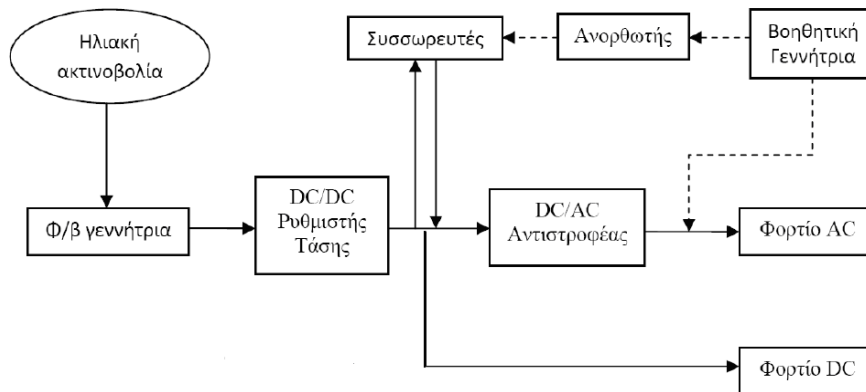


Εικόνα 7.7: Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα<sup>86</sup>.

- **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).

<sup>86</sup> <http://www.earthscan.co.uk/Portals/0/Files/Sample%20Chapters/9781844074426.pdf>

➤ **Αυτόνομα συστήματα.**



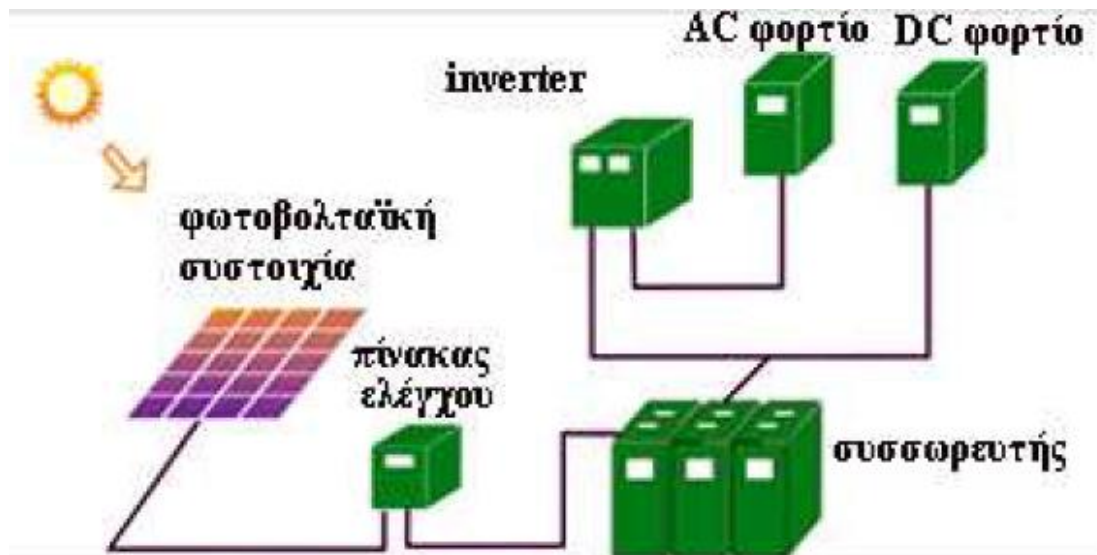
**Εικόνα 7.8:** Απλοποιημένο διάγραμμα αυτόνομου φ/β συστήματος.

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.

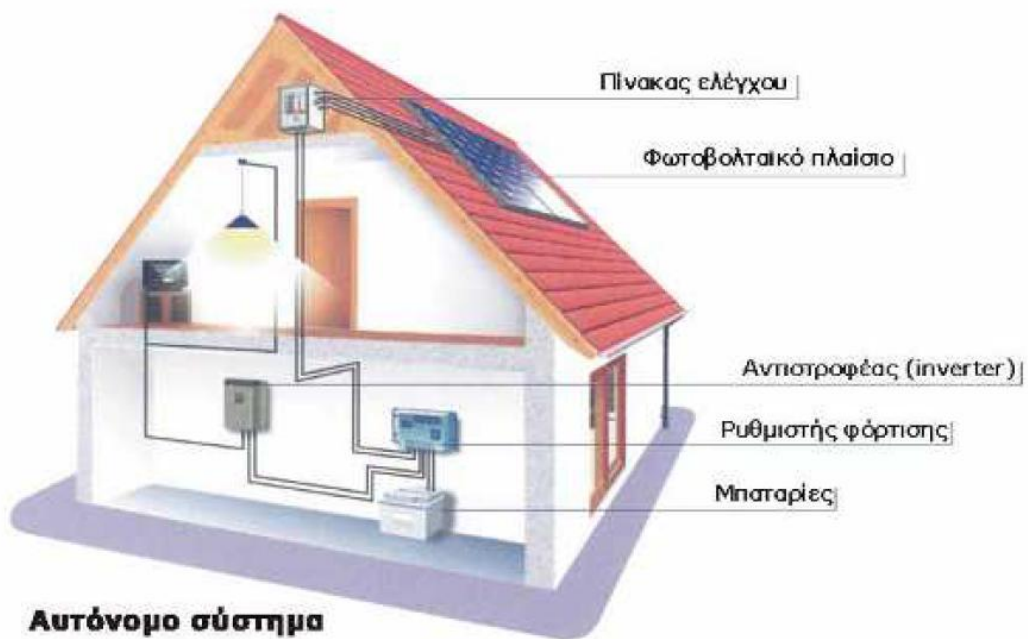
Αποτελούν την ιδανικότερη λύση για περιοχές που βρίσκονται μακριά από το κεντρικό δίκτυο και στις οποίες η διασύνδεσή τους με αυτό θα απαιτούσε τεράστια οικονομικά κεφάλαια. Ειδικότερα για τον ελλαδικό χώρο, ο οποίος έχει πολυάριθμα μικρά νησιά και μικρούς οικισμούς, τα αυτόνομα φ/β συστήματα έχουν βρει 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 7.9: Απλοποιημένη συνδεσμολογία αυτόνομου φ/β συστήματος<sup>87</sup>.



Εικόνα 7.10: Αυτόνομο φ/β σύστημα<sup>88</sup>.

<sup>87</sup> [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr)

<sup>88</sup> [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Apr08.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Apr08.pdf)

## **7.5 Τεχνολογία φ/β στοιχείων**<sup>89</sup>

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**

### **A) 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

---

<sup>89</sup> Πηγές:

1) Ζερβός Αρθούρος, *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*, Αθήνα 2006

2) [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Apr08.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Apr08.pdf)

3) <http://www.earthscan.co.uk/Portals/0/Files/Sample%20Chapters/9781844074426.pdf>

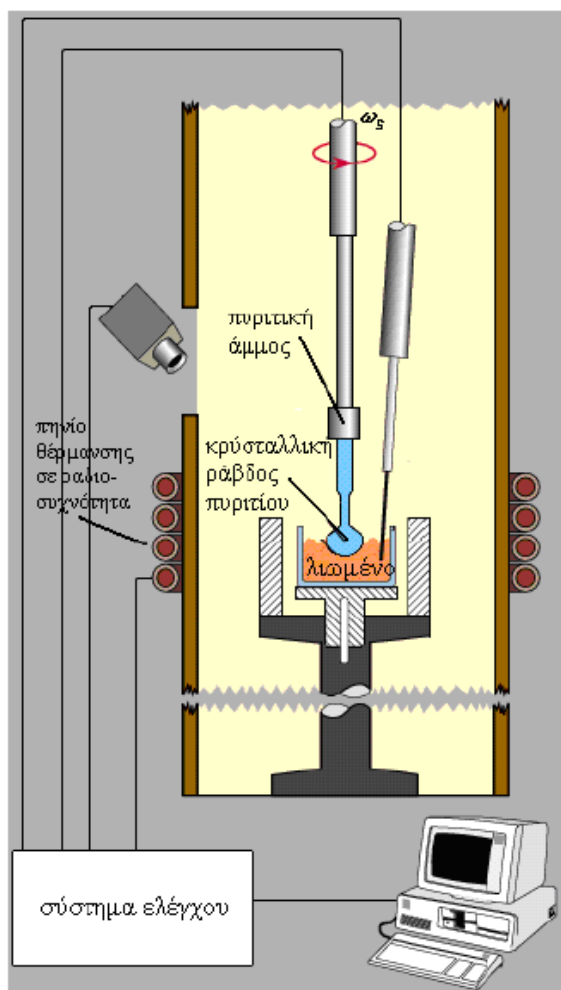
4) [www.selasenergy.gr](http://www.selasenergy.gr)

5) <http://www.s-ol-ar.gr>

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 λειαινόνται για την απομάκρυνση των ελαττωμάτων της κοπής και διαμορφώνονται σε διόδους 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 7.11:** Δομικό διάγραμμα της διαδικασίας παρασκευής ενός στοιχείου μονοκρυσταλλικού πυριτίου<sup>90</sup>.

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.

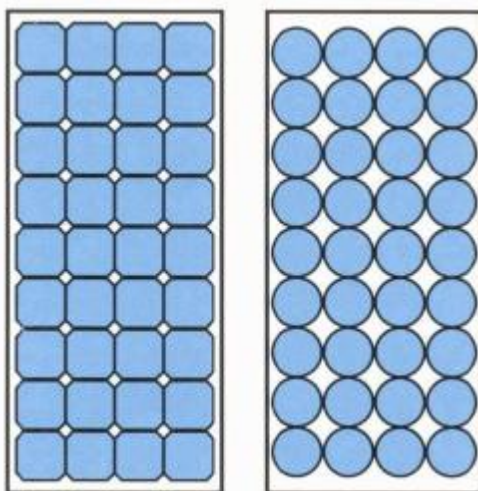
**B) Κυψέλες πολυκρυσταλλικού πυριτίου**

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.

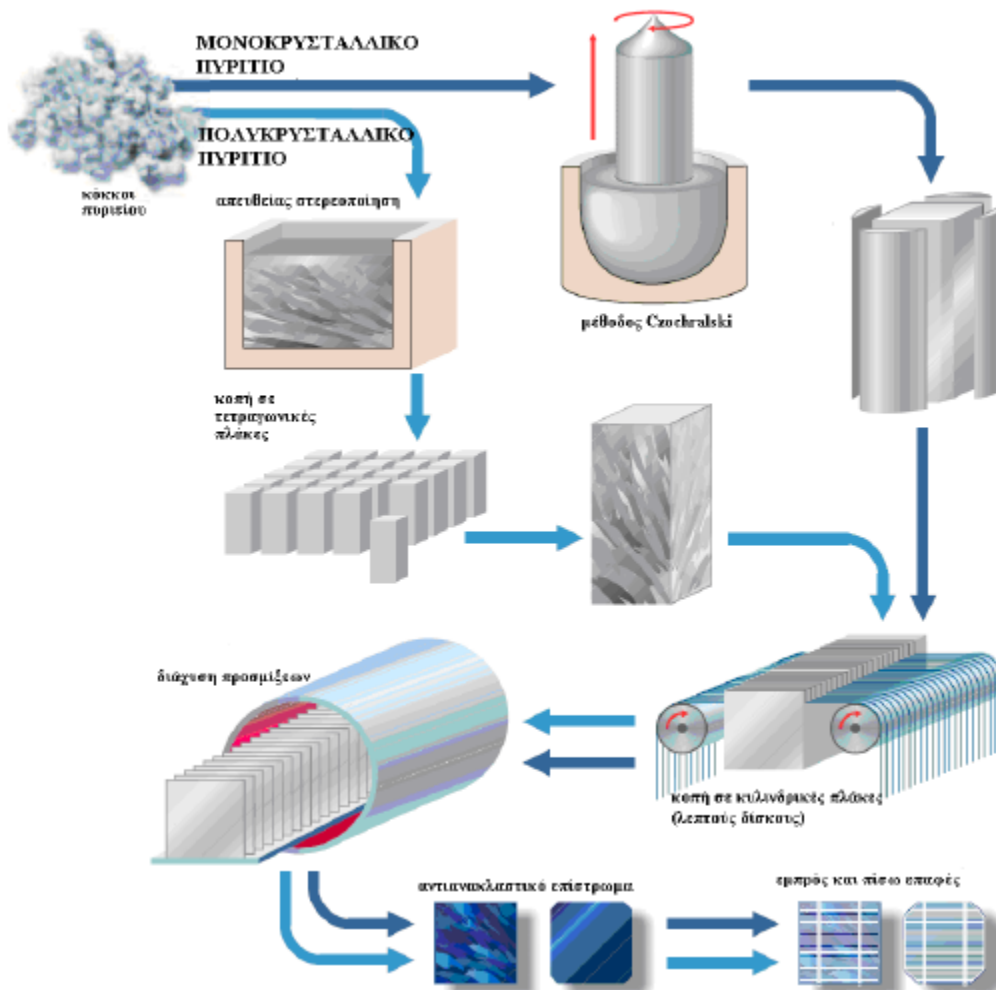
---

<sup>90</sup> Ζερβός Αρθούρος, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Αθήνα 2006



**Εικόνα 7.12:** 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 7.13:** Παράλληλη απεικόνιση των μεθόδων παρασκευής μονοκρυσταλλικού και πολυκρυσταλλικού πυριτίου<sup>91</sup>.

### Γ) 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.

<sup>91</sup> <http://www.earthscan.co.uk/Portals/0/Files/Sample%20Chapters/9781844074426.pdf>

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 αλλά 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 7.14:** Παράδειγμα εύκαμπτου φωτοβολταϊκού τεχνολογίας CIGS (thin film)<sup>92</sup>.

#### **Δ) Υβριδικές κυψέλες**

Προκειμένου να επιτευχθούν υψηλότερες αποδόσεις των φ/β πλαισίων, χρησιμοποιώντας τα ήδη υπάρχοντα υλικά και διαδικασίες, έχουν

<sup>92</sup> [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Jan11.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Jan11.pdf) , σελ.5

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 7.1:** Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών<sup>93</sup>.

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 <sup>2</sup>	7-9 m <sup>2</sup>	5,5-9 m <sup>2</sup>

<sup>93</sup> [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Jan11.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Jan11.pdf), σελ. 5



## **7.6 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.

## **7.7 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.

## **7.8 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.

## 7.9 Παραδείγματα εφαρμογών<sup>94</sup>

- Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών σε στέγες κτιρίων.



- Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών σε ταράτσες κτιρίων.



- Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών σε βιομηχανική στέγη.



<sup>94</sup> [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Jan11.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Jan11.pdf) , σελ.29 - 22



- Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών σε αγροτική αποθήκη.



- Εφαρμογή φωτοβολταϊκών σε σκέπαστρο και οικισμός με ηλιακές κατοικίες.



- Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών σε δημόσιο κτίριο και εφαρμογή εύκαμπτων φωτοβολταϊκών άμορφου πυριτίου σε βιομηχανική στέγη.



- Φωτοβολταϊκά σε ρόλο σκιάστρων και διαφανή φωτοβολταϊκά σε στέγη κατοικίας που επιτρέπουν την διέλευση του φυσικού φωτός.



- Εφαρμογή φωτοβολταϊκών σε χώρο στάθμευσης.





- Εφαρμογές φωτοβολταϊκών σε προσόψεις κτιρίων.



- Εφαρμογή φωτοβολταϊκών σε πυροσβεστικό σταθμό.



- Εφαρμογή φωτοβολταϊκών σε ρόλο ηχοφράγματος σε αυτοκινητοδρόμους.



- Φωτοβολταϊκός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής (μεσαίου μεγέθους).



- Φωτοβολταϊκός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής μεγάλης κλίμακας.





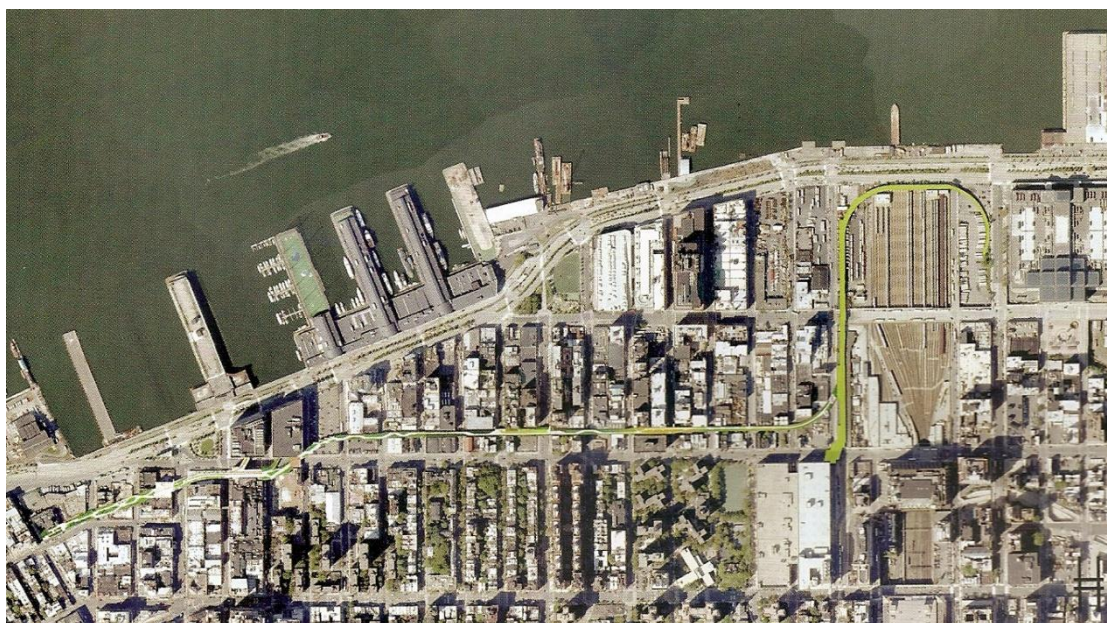
## **Κεφάλαιο 8: Παραδείγματα**

Αφού αναλύθηκαν οι παράμετροι που επηρεάζουν το βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός υπαίθριου χώρου, θα μελετήσουμε σε αυτό το κεφάλαιο πως αυτοί έχουν εφαρμοστεί σε διάφορες περιοχές τόσο του διεθνούς χώρου και όσο και της Ελλάδος. Τα παραδείγματα επιλέχθηκαν βάση της αρχιτεκτονικής δομής, της πρωτοτυπίας, των τεχνολογιών, των διαφορετικών συνθηκών, του αστικού ιστού και των ιδιαιτεροτήτων τους.

## 8.1 Από τον διεθνή χώρο

- The High Line, Manhattan, Νέα Υόρκη – ΗΠΑ

Το «High line Park» αντιπροσωπεύει μια τολμηρή, καινοτόμα και περιβαλλοντικά βιώσιμη ιδέα. Βρίσκεται σε ύψος 8,85 μέτρα από το έδαφος και έχει μήκος 22 οικοδομικά τετράγωνα προσφέροντας ζωτική σημασία στον ανοιχτό χώρο. Το πάρκο αρχικά ήταν ράγες τρένου οι οποίες ήταν ενεργές μέχρι το 1960<sup>95</sup>. Προσπαθώντας όμως να δώσουν ζωή στον εγκαταλελειμμένο χώρο οι James Corner, Diller Scofidio και Buro Happold ήταν οι βασικοί δημιουργοί αυτής της γραμμής η οποία διασχίζει μεγάλο κομμάτι της Δυτικής Υόρκης.



**Εικόνα 8.1:** Η διαδρομή του High line Park στο Manhattan.

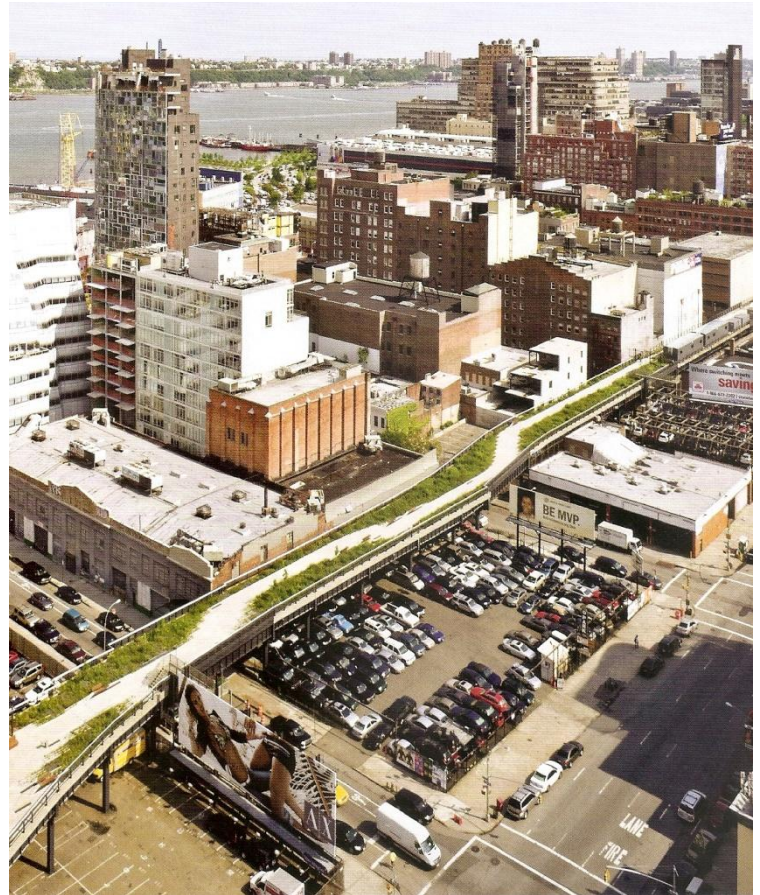
Τα βιοκλιματικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- ο Οι παλιές γραμμές τρένου διατηρήθηκαν και σε κάποια σημεία μετακινήθηκαν για την καλύτερη διαμόρφωση του χώρου καθώς χρησιμοποιήθηκαν για την τοποθέτηση ξύλινων καθιστικών πάνω σε αυτές που έχουν και μια μικρή δυνατότητα μετακίνησης προκειμένου

<sup>95</sup> Hazari, 2008, σελ. 16



εξασφαλίσουν την απόλυτη θέα προς την θάλασσα, που είναι Νοτιοδυτικά προκειμένου, να ξεφύγει το βλέμμα από τον πυκνοκατοικημένο ιστό της πόλης, βελτιώνοντας έτσι το αίσθημα της οπτικής άνεσης.



**Εικόνες 8.2 – 8.3:** Οι παλιές γραμμές του τρένου και η σημερινή εικόνα τους.

- ο Στην προσπάθεια ένταξης της φύσης με τα σκληρά υλικά εφηύραν ένα πρωτοποριακό σύστημα πλακόστρωσης με την κατασκευή γραμμικών σανίδων με ανοιχτούς αρμούς από σκυρόδεμα και κωνικές άκρες και ραφές οι οποίες θα επιτρέπουν την ελεύθερη ροή του νερού που συλλέγονται από την άρδευση<sup>96</sup> το οποίο νερό θα μπορεί μέσα από κατάλληλη επεξεργασία να χρησιμοποιείται για την άρδευση της φύτευσης του πάρκου. Με τον συνδυασμό αυτό της φύσης με την πλακόστρωση ψηφιοποιείται η συνολική επιφάνεια του πάρκου σε διακριτές μονάδες πλακόστρωσης, οι οποίες

<sup>96</sup> Hazari, 2008, σελ. 30



μπορούν να οργανωθούν με οποιονδήποτε συνδυασμό, από 100% πλακόστρωση και 100% πλούσιο βιότοπο λαχανικών ή οποιαδήποτε ενδιάμεση φύτευση<sup>97</sup>. Προστίθενται νέες φυτεύσεις οι οποίες θα στηριχτούν στον υπάρχοντα χαρακτήρα του τοπίου, σε συνεργασία με τις περιβαλλοντικές αστικές συνθήκες και του μικροκλίματος που σχετίζονται με τον ήλιο, τη σκιά, το υγρό, το ξηρό, τον αέρα, τον θόρυβο, τους ανοιχτούς και προφυλαγμένους χώρους. Με την προσθήκη επιπλέον φύτευσης απορροφάται λιγότερη θερμική ακτινοβολία το καλοκαίρι με αποτέλεσμα την βελτίωση της θερμικής άνεσης. Εκτός αυτού λειτουργεί κατά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εφόσον απορροφά μεγάλο ποσοστό των κυκλοφοριακών ρύπων που παράγεται από τα μέσα μεταφοράς.



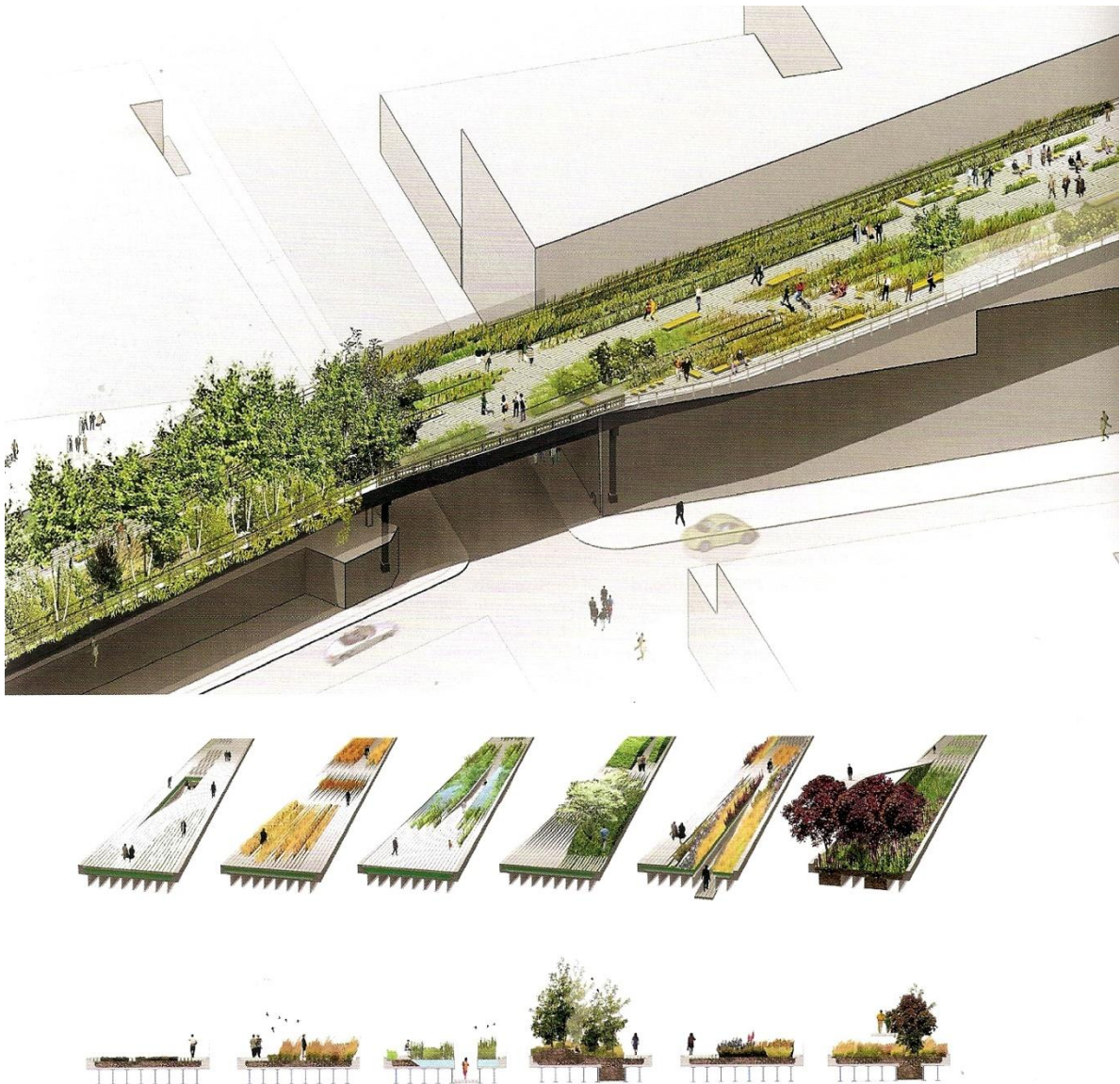
**Εικόνα 8.4:** Το πρωτοποριακό σύστημα πλακόστρωσης και η ενδιάμεση φύτευση.

---

<sup>97</sup> Hazari, 2008, σελ. 3



- Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι δομικά υλικά τα οποία συνυπάρχουν και συνενώνονται με τις φυτεμένες επιφάνειες όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως και είναι πορώδη υλικά ανοιχτού χρώματος (γκρι) με μικρή απορροφητικότητα τα οποία συμβάλουν στην βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής. Το ξύλο που χρησιμοποιείται είναι πιστοποιημένο από την Forest Stewardship Council, προκειμένου να εξασφαλίζει αειφόρο χρήση και να διατηρηθεί η βιοποικιλότητα των υδάτινων πόρων και των ευαίσθητων οικοσυστημάτων.



**Εικόνα 8.5:** Συνδυασμός πλακόστρωσης και φύτευσης σε όλο το μήκος του πάρκου.

Η δήλωση του επικεφαλής της ομάδας σχεδιασμού James Corner σχετικά με τον σχεδιασμό του High Line ήταν<sup>98</sup>:

Εμπνεόμενος από την μελαγχολική, «έτοιμη» ομορφιά του High Line, όπου η φύση έχει ανακτήσει ένα άλλοτε ζωτικό κομμάτι αστικής υποδομής, ο σχεδιασμός έχει ως στόχο την εκ νέου προσαρμογή αυτού του μέσου μεταφοράς της βιομηχανικής περιόδου σε ένα όργανο αναψυχής της μετά-βιομηχανικής εποχής. Αλλάζοντας τους κανόνες βάσει των οποίων συμπλέκονται βλάστηση και πεζοί, η «αγρο-τεκτονική» στρατηγική μας συνδυάζει οργανικά και οικοδομικά υλικά σε ένα μίγμα μεταβαλλόμενης σύστασης που συμβιβάζει το αυτοφυές, το καλλιεργημένο, το οικείο και το κοινωνικό.



**Εικόνα 8.6:** Άποψη του πάρκου από δρόμο του Manhattan.

<sup>98</sup> Αρχιτεκτονικό Περιοδικό ΔΟΜΕΣ, Διεθνής Επιθεώρηση Αρχιτεκτονικής, Τεύχος 83, σελ. 124



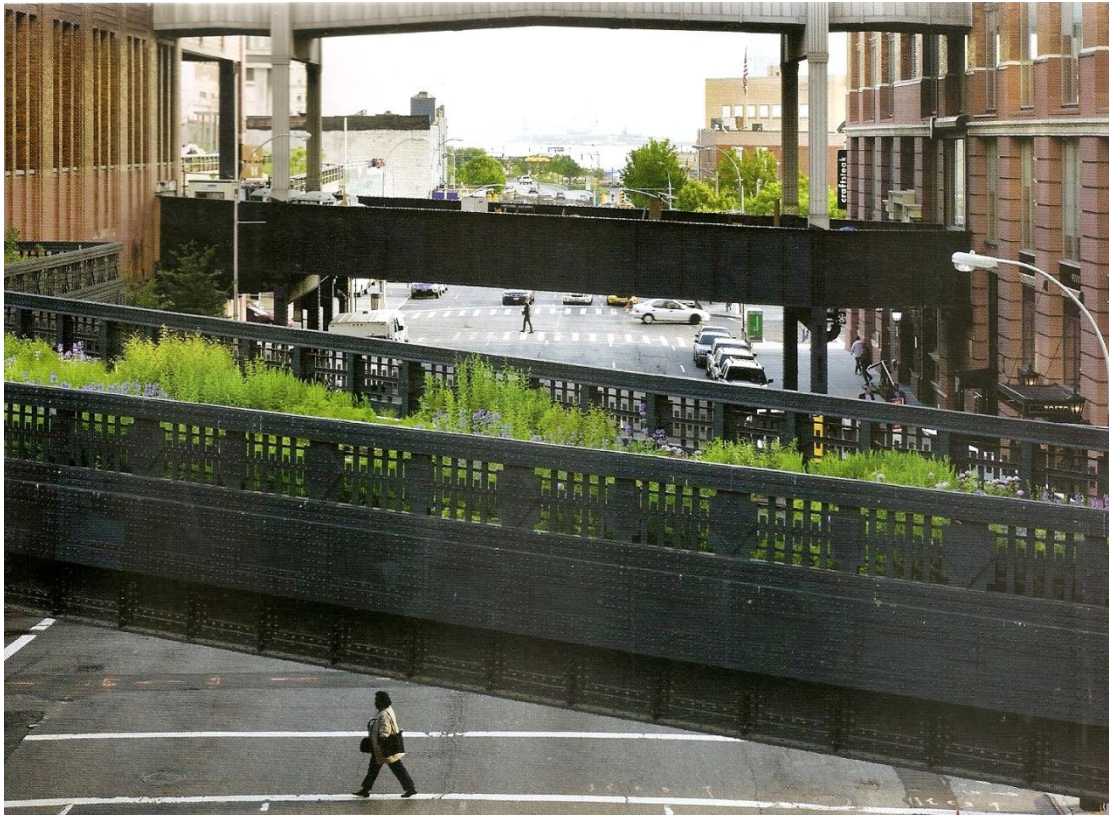
Σε πλήρη αντίθεση με την ταχύτητα του Hudson River Park, η ιδιόμορφη γραμμική εμπειρία του νέου τοπίου του High Line χαρακτηρίζεται από βραδύτητα, περισπασμούς και μια απόκοσμη αίσθηση που συντηρεί τον παράξενο, άγριο χαρακτήρα του High Line, δίχως όμως να υποτιμά τη χρήση για την οποία προορίζεται και τον λαϊκό χαρακτήρα του ως νέου δημόσιου χώρου. Αυτή η ιδέα αποτελεί τη βάση της συνολικής στρατηγικής – η επινόηση ενός συστήματος πλακόστρωσης και φύτευσης που επιτρέπει διαφορετικές αναλογίες σκληρών και μαλακών επιφανειών, οι οποίες μεταβάλλονται σταδιακά από περιοχές υψηλής χρήσης (100% σκληρές) σε βιότοπους με πλούσια βλάστηση (100% μαλακές), με ποικιλία διαβαθμίσεων εμπειρίας ενδιάμεσα.



**Εικόνα 8.7 :** Η ιδιόμορφη γραμμική εμπειρία του νέου τοπίου του High Line.

Θέση μας αποτέλεσε πάντοτε το να σεβαστούμε τον χαρακτήρα του ίδιου του High Line: την ιδιομορφία και τη γραμμικότητα του, τον χωρίς περιστροφές πραγματισμό του, τις αναδυόμενες χαρακτηριστικές ιδιότητες του με την άγρια

βλάστηση – λιβάδια, ασύλλια, αμπέλια, βρύα, λουλούδια – αναμιγμένα με χαλικόστρωμα, χάλυβα και σκυρόδεμα.



**Εικόνα 8.8 :** Άποψη της γραμμικής πορείας του πάρκου.

Η λύση μας αφορά κατά βάση τρία επίπεδα. Πρώτον, το σύστημα πλακόστρωσης, που κατασκευάστηκε από επιμήκεις «σανίδες» από σκυρόδεμα με ανοιχτούς αρμούς, ειδικά απομειωμένα άκρα και αρμούς που επιτρέπουν την ανάμιξη της βλάστησης με σκληρότερα υλικά. Λιγότερο μονοπάτι και περισσότερο ξεβοτανισμένο ή αυλακωμένο τοπίο, αυτή η ανάμιξη, δημιουργεί μιας έντονης υφής εντύπωση εμπύθισης, που πλανιέται ‘εντός’ αντί να αισθάνεσαι ότι έχει απομακρυνθεί. Η επιλογή και η διάταξη των ειδών χλόης και των φυτών συμβάλλει περαιτέρω στον καθαρισμό ενός άγριου, δυναμικού χαρακτήρα, ο οποίος είναι εντελώς διακριτός ως προς αυτόν ενός τυπικού περιποιημένου τοπίου και αναπαριστά τις ακραίες συνθήκες και τη ρηχή ριζοβόληση.

Η δεύτερη στρατηγική έγκειται στην επιβράδυνση των πραγμάτων, στην προαγωγή μιας αίσθησης διάρκειας και της αίσθησης ότι βρίσκεται κανείς σε κάποιον άλλο τόπο, όπου ο χρόνος μοιάζει λιγότερο πιεστικός. Σκάλες μεγάλου μήκους, δαιδαλώδη μονοπάτια και κρυφές εσοχές ενθαρρύνουν την χρονοτριβή.

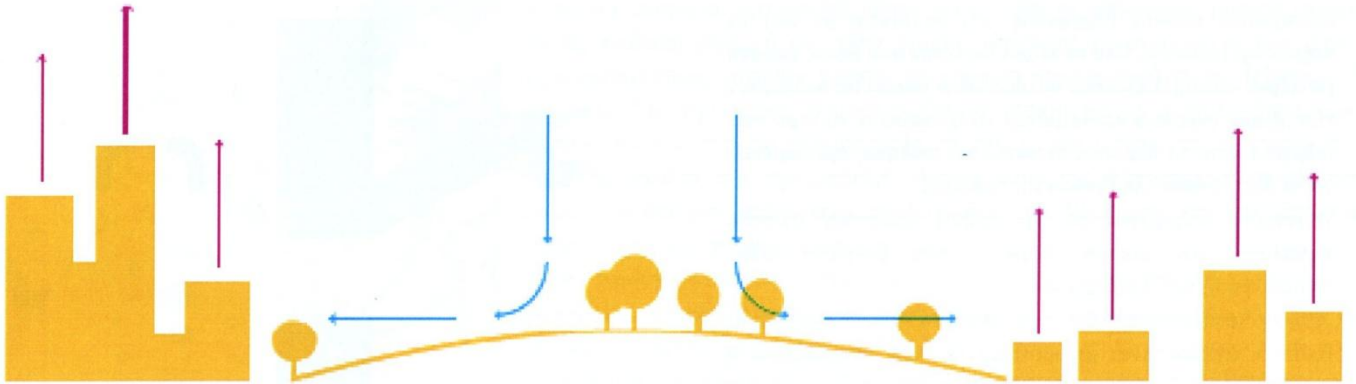


Η τρίτη προσέγγιση περιλαμβάνει μια καλοζυγισμένη αίσθηση της διάστασης της κλίμακας, που ελαχιστοποιεί την τρέχουσα τάση να γίνονται τα πράγματα πιο μεγάλα και προφανή και επιζητεί αντ' αυτής ένα πιο εκλεπτυσμένο μέτρο για το High Line. Το αποτέλεσμα είναι μια μη κανονική και ποικίλη ακολουθία δημόσιων χώρων και τοπίων τοποθετημένων κατά μήκος μιας απλής και σταθερής γραμμής – μιας γραμμής που διατρέχει μερικές από τις πλέον αξιοσημείωτες από ύψους θεάσεις του Manhattan και του ποταμού Hudson.



**Εικόνα 8.9:** Καθιστικά στο High line Park.

- **Κοπεγχάγη 2025**<sup>99</sup>



**Εικόνα 8.10:** Διάγραμμα μείωσης της θερμικής νήσου με την ένταξη του πρασίνου στην πόλη.

Η Κοπεγχάγη είναι μια πόλη σχεδιασμένη για ανθρώπους. Σχεδιάστηκε για να είναι βολική, δημιουργική και αποτελεσματική<sup>100</sup>. Στόχος της οργάνωσης Sustainia είναι το 2025 να είναι μια πόλη με ελάχιστο διοξείδιο του άνθρακα<sup>101</sup>. Προκειμένου όμως να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα αστικό περιβάλλον που να συνδυάζει λειτουργικότητα, βιωσιμότητα και ομορφιά. Οι τρόποι σχεδίασης αυτής της πόλης είναι:

- Αξιοποίηση στο έπακρο της ηλιακής ακτινοβολίας, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι είναι μια πόλης με περιορισμένες ώρες ηλιοφάνειας. Εφόσον μελέτησαν προσεκτικά την πορεία του ήλιου κατά την διάρκεια της ημέρας με τη χρήση του ηλιακού διαγράμματος, αποφάσισαν ότι τα πάρκα και οι πλατείες θα πρέπει να είναι σχεδιασμένες, ανάλογα ε τον τρόπο που σκιάζονται κατά την διάρκεια της ημέρας έτσι ώστε να μπορούν οποιαδήποτε στιγμή να βρουν είτε σημεία για να απολαύσουν τον ήλιο αν η θερμοκρασία είναι χαμηλή είτε χώρους σκίασης που θα τους παρέχουν δροσισμό όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή<sup>102</sup>. Επίσης νε την χρήση φωτοβολταϊκών θα συλλέγεται η ηλιακή ενέργεια, θα αποθηκεύεται και στη

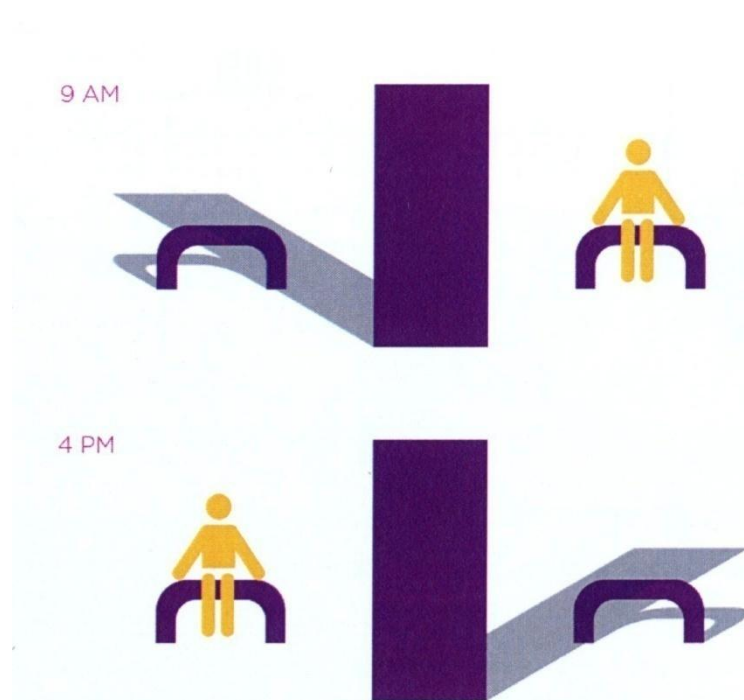
<sup>99</sup> <http://www.sustainia.me/wp-content/uploads/2012/06/CPH-2025.pdf>

<sup>100</sup> Hansen, 2012, σελ.9

<sup>101</sup> Hansen, 2012, σελ.7

<sup>102</sup> Hansen, 2012, σελ.35

συνέχεια θα μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό για τον φωτισμό των υπαίθριων χώρων<sup>103</sup>.



**Εικόνα 8.11:** Διάγραμμα ηλιασμού – σκιασμού των χώρων που μπορεί να κάνει στάση ο άνθρωπος εκμεταλλεύονταν στο έπακρο την ηλιακή ακτινοβολία.

- Χρήση μεγάλων σωλήνων στο έδαφος οι οποίοι θα μεταφέρουν ζεστό νερό μέσω ενός περιβαλλοντικού συστήματος αστικής θέρμανσης που συνδέεται με όλα τα κτίρια της περιοχής. Όλα τα κτίρια θα έχουν στις όψεις τους ένα μοντέρνο σύστημα ηλιακών συλλεκτών οι οποίοι θα συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια προκειμένου να ζεσταίνουν το νερό που διέρχεται από τις περιοχές σε μεγάλους σωλήνες προκειμένου να το αξιοποιήσουν οι ένοικοι της περιοχής.
- Λιγότερες πλημμύρες με την χρήση πράσινων στεγών, καναλιών και μικρών πάρκων που βοηθούν στην απορρόφηση των καυσαερίων.
- Χρήση ανεμογεννητριών στα ανοιχτά της Κοπεγχάγης όπου οι άνεμοι είναι ισχυρότεροι και δεν επηρεάζεται η αισθητική της πόλης οι οποίες θα παρέχουν ηλεκτρισμό στους κατοίκους της πόλης<sup>104</sup>.

<sup>103</sup> Hansen, 2012, σελ.29

<sup>104</sup> Hansen, 2012, σελ.23

- ο Λιγότερη ηχορύπανση με την χρήση αυτοκινήτων που κινούνται με ηλεκτρισμό και είναι σχεδόν αθόρυβα<sup>105</sup>.
- ο Δημιουργία πράσινων στεγών και «πάρκων τσέπης». Τα «πάρκα τσέπης» είναι μικροί χώροι αστικού πρασίνου που συνήθως βρίσκονται δίπλα σε δρόμους και διαθέτουν λειτουργίες, όπως να αθλούνται, χώρους αναψυχής, μικρές παιδικές χαρές ή και απλά χώρους φύτευσης μετατρέποντας τους έτσι από αχρησιμοποίητους αστικούς χώρους σε πράσινα σημεία συνάντησης. Με την χρήση πρασίνου ελαχιστοποιούνται οι ακραίες θερμοκρασίες εξισορροπώντας έτσι την θερμοκρασία της πόλης και μειώνοντας το φαινόμενο της θερμικής νησίδας που την μαστίζει. Ακόμη λόγω της διάχυσης του φωτός από τα φύλλα των δένδρων βελτιώνεται το φαινόμενο της θάμβωσης και κατ' επέκτασης η οπτική άνεση των χρηστών των χώρων (ibid).

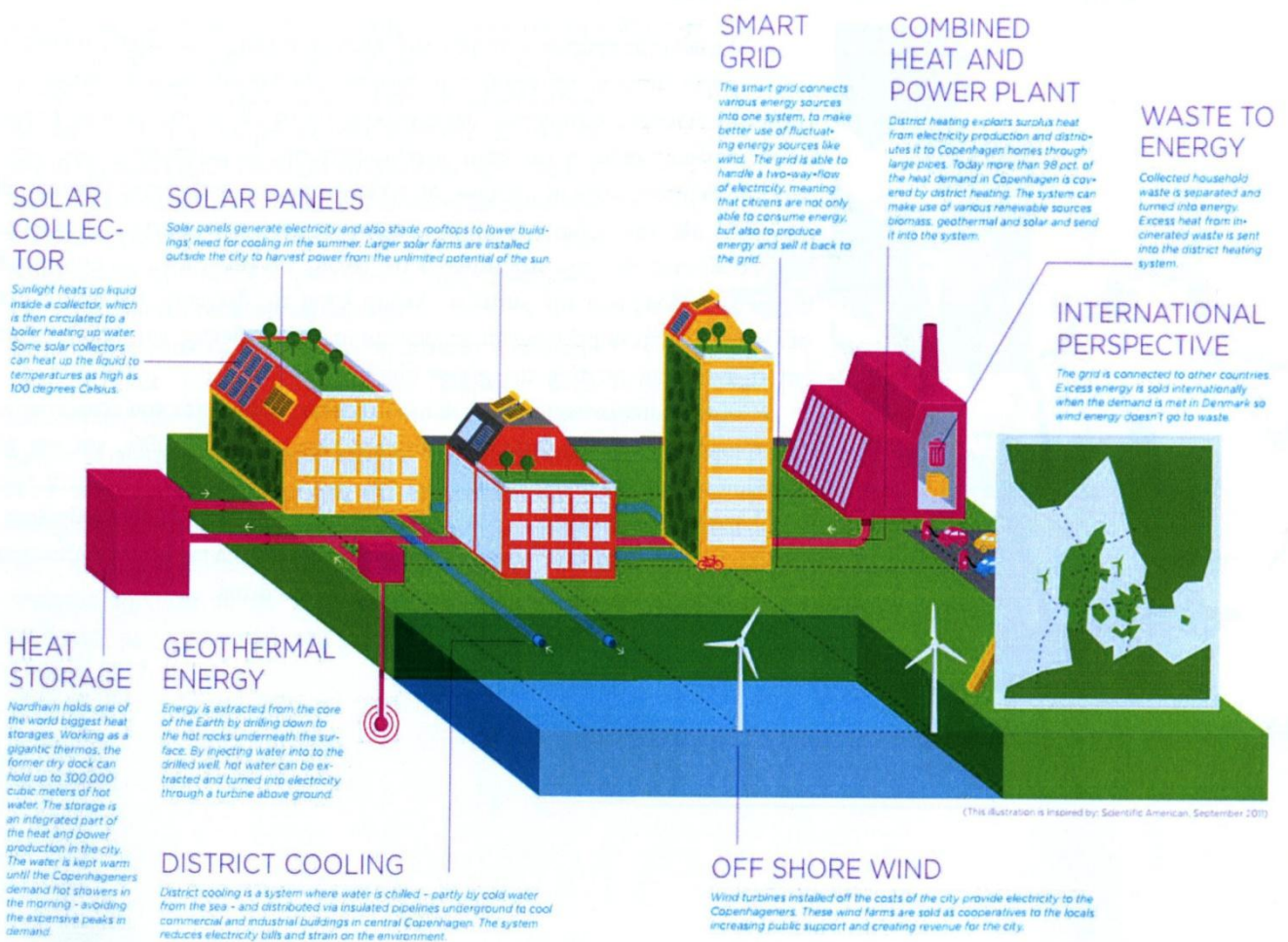


**Εικόνα 8.12:** Χάρτης των πάρκων «τσέπης».

<sup>105</sup> Hansen, 2012, σελ.11



- Χρήση οικολογικών μέσων μεταφοράς όπως τα αυτοκίνητα που κινούνται με τον ηλεκτρισμό ή ποδήλατα όταν οι αποστάσεις είναι κοντινές, καθώς και την χρήση υπόγειου σιδηρόδρομου. Έτσι θα μειωθούν κατά πολύ τα προβλήματα ηχορύπανσης. Με την δημιουργία νέων ποδηλατοδρόμων θα παρακινήσουν ακόμη περισσότερους πολίτες να μετακινούνται με αυτό εξαλείφοντας έτσι το δυνατόν περισσότερο τους ρύπους και τα καυσαέρια.



**Εικόνα 8.13:** Απεικόνιση των βιοκλιματικών εφαρμογών που πρόκειται να γίνουν στην Κοπεγχάγη.

- **Μαδρίτη**<sup>106</sup>

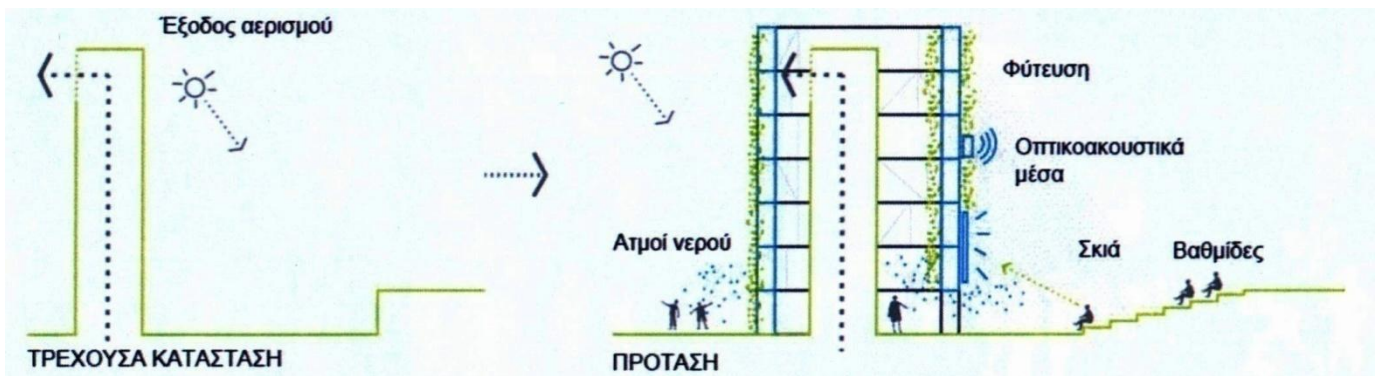
Η Μαδρίτη είναι μια πόλη που σφύζει από ζωή με πολλές δραστηριότητες που πραγματοποιούνται στους εξωτερικούς χώρους της. Είναι όμως και μια πόλη με έντονο το φαινόμενο της θερμικής νήσου, καθώς τους καλοκαιρινούς μήνες η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει τους 40°C που σε συνδυασμό με τα χαμηλά επίπεδα υγρασίας που έχει δημιουργεί ένα άβολο περιβάλλον στους κατοίκους της κατά τη διάρκεια της μέρας αυξάνοντας έτσι το φαινόμενο της θερμικής νήσου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνεται η ανθρώπινη δραστηριότητα στους εξωτερικούς χώρους και οι άνθρωποι να μένουν στους εσωτερικούς χώρους όπου υπάρχουν καλύτερες συνθήκες άνεσης.

Προκειμένου να βελτιωθούν και να αναβαθμιστούν οι κλιματικές συνθήκες των ανοιχτών χώρων, οι *ecosistema Urbano*, μια ομάδα αρχιτεκτόνων και πολεοδόμων, προτείνει έναν σχεδιασμό του χώρου με την χρήση παρεμβάσεων χαμηλής τεχνολογίας και κόστους για να δημιουργήσουν ένα βιοκλιματικό περιβάλλον στην πόλη της Μαδρίτης. Πιο συγκεκριμένα:

- Οι επιφάνειες των κτιρίων θα είναι καλυμμένες με αναρριχώμενα φυτά έτσι ώστε μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω σε αυτά να διαχέεται και να αποφεύγεται η απορρόφηση της άμεσης ακτινοβολίας από τα δομικά υλικά μειώνοντας έτσι τις υψηλές θερμοκρασίες στον εξωτερικό χώρο. Επίσης πάνω στις επιφάνειες των κτιρίων υπάρχουν μηχανήματα που θα ψεκάζουν τον υπαίθριο χώρο με υδρατμούς για να μειώνουν και άλλο την θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος. Όλα αυτά συμβάλλουν στην βελτίωση της θερμικής άνεσης της περιοχής.
- Τα παγκάκια όπου θα τοποθετηθούν θα συνδυάζονται με φύτευση ώστε οι άνθρωποι που κάθονται σε αυτά να σκιάζονται και να μην επηρεάζονται από τις θερμικές ακτινοβολίες του καλοκαιριού, το οποίο κατ' επέκταση συμβάλλει στην βελτίωση των επιπέδων της θερμικής άνεσης.

---

<sup>106</sup> <http://ecosistemaurbano.com/portfolio/bioclimatic-improvement-strategies-for-public-spaces/>



**Εικόνα 8.14:** Διαγραμματική απεικόνιση τρέχουσας κατάστασης και προτεινόμενης ιδέας.



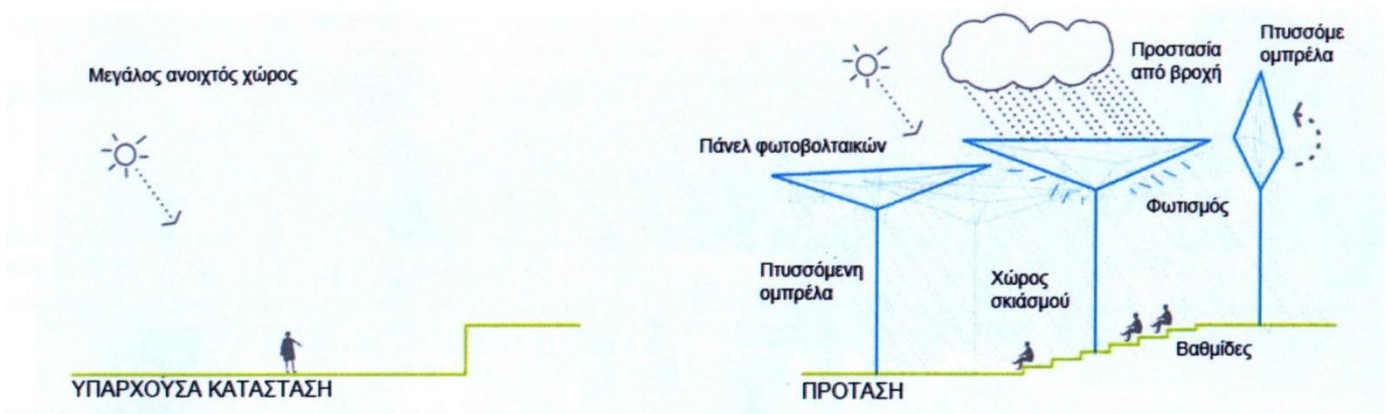
**Εικόνα 8.15:** Τρισδιάστατη απεικόνιση της όψης των κτιρίων.





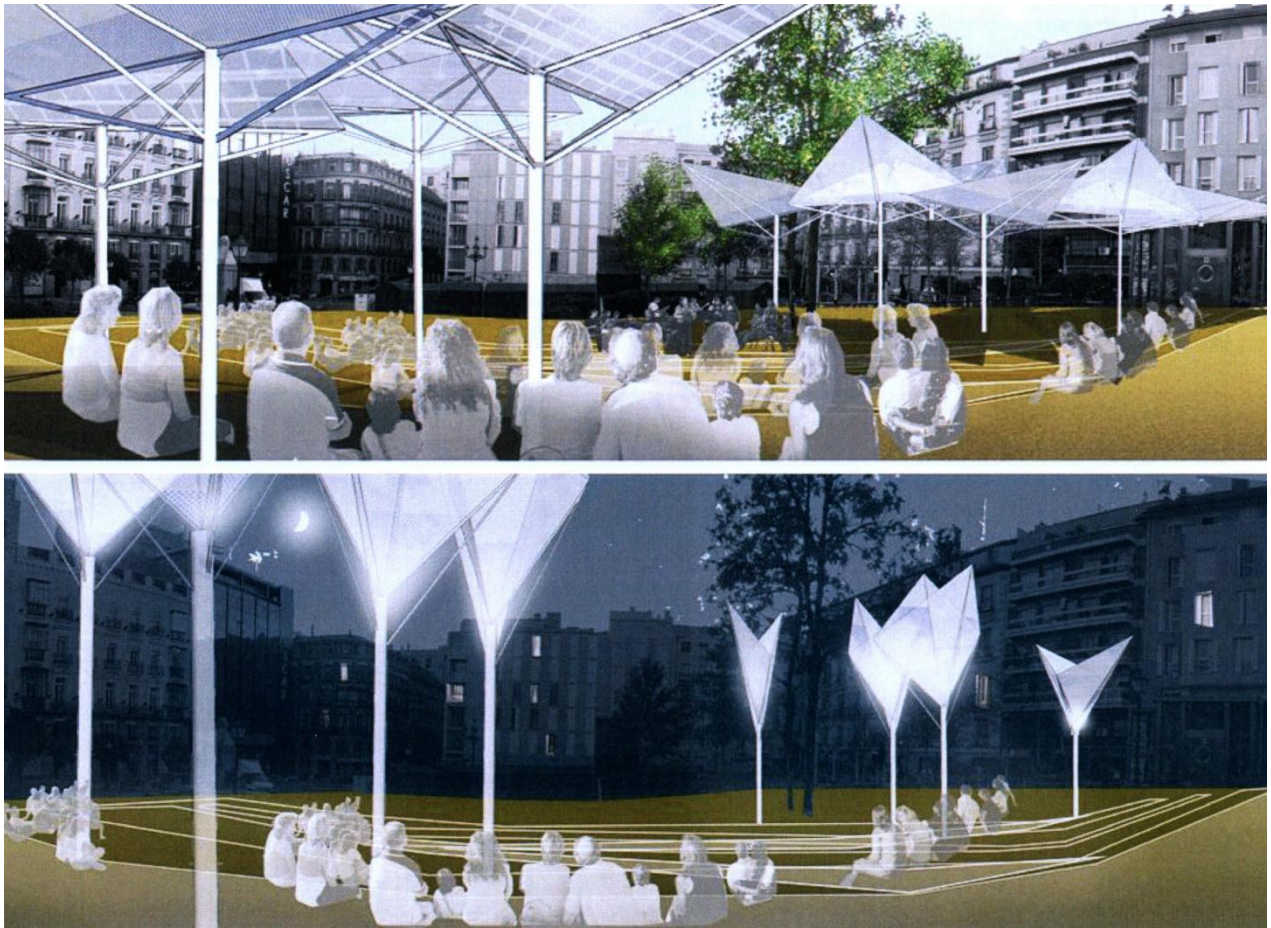
**Εικόνα 8.16:** Διαγραμματική απεικόνιση τρέχουσας κατάστασης και προτεινόμενης ιδέας.

- Προτάθηκε επίσης ο σχεδιασμός πτυσσόμενων «ομπρελών» οι οποίες θα λειτουργούν ως στέγαστρα για τους ανθρώπους που διέρχονται κάτω από αυτές. Στην επιφάνεια τους προς τον ουρανό έχουν τοποθετηθεί φωτοβολταϊκές κυψέλες η οποίες θα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και κατά τη διάρκεια της μέρας. Θα έχει επίσης υπολογιστεί η φαινόμενη τροχιά του ήλιου κατά την διάρκεια της μέρας προκειμένου οι «ομπρέλες» να περιστρέφονται και να απορροφούν μονίμως την μέγιστη δυνατή ηλιακή ακτινοβολία. Στην συνέχεια η ηλιακή ενέργεια θα μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και θα αποθηκεύεται σε μπαταρίες, οι οποίες θα τροφοδοτούν με ηλεκτρικό ρεύμα τα φώτα που είναι ενσωματωμένα στο εσωτερικό της ομπρέλας προκειμένου να υπάρχει ο επαρκής φωτισμός κατά την διάρκεια της νύχτας.



**Εικόνα 8.17:** Διαγραμματική απεικόνιση των πτυσσόμενων «ομπρελών».





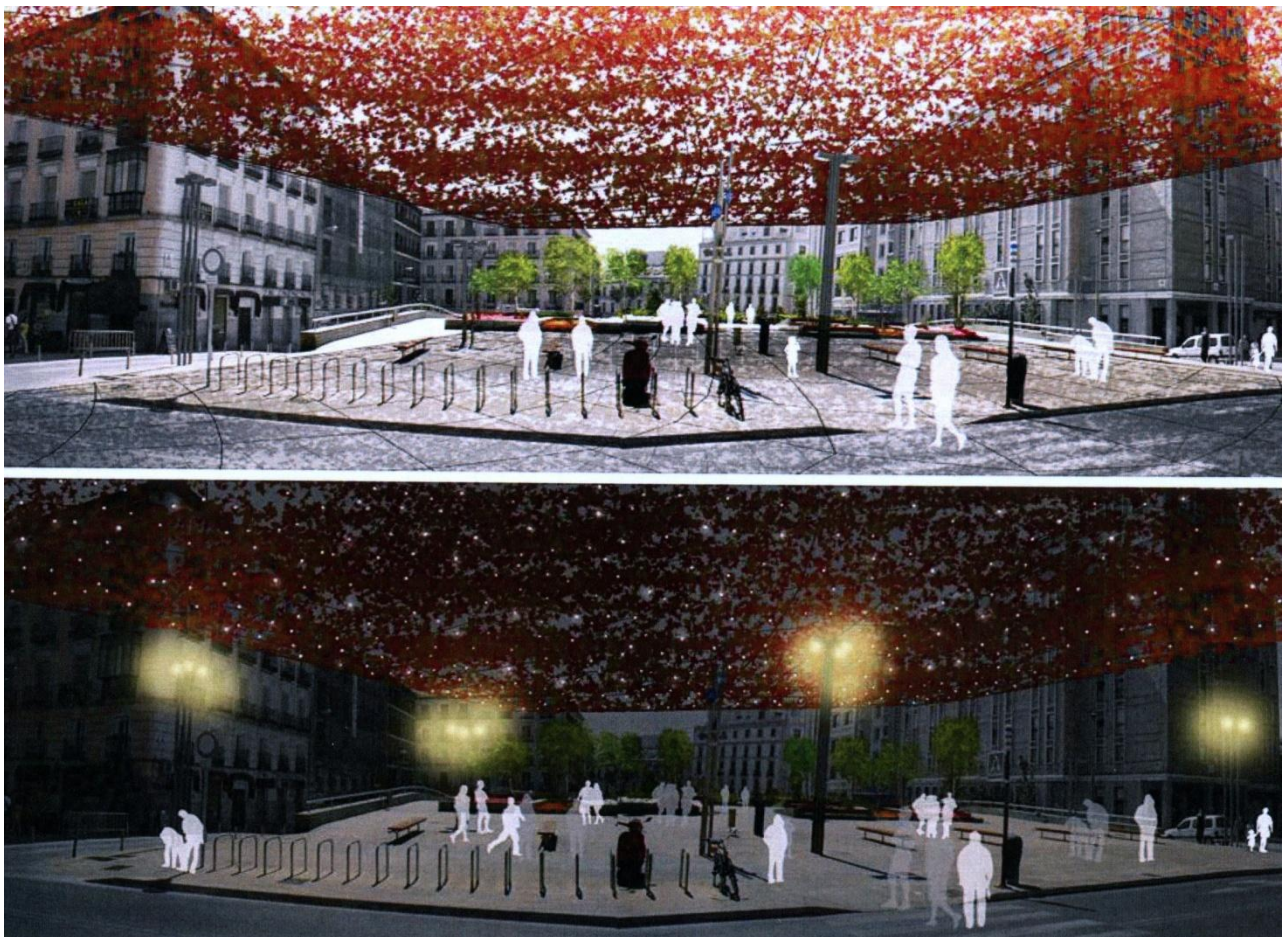
**Εικόνα 8.18 :** Τρισδιάστατη απεικόνιση των πτυσσόμενων «ομπρελών».

- ο Σε χώρους όπου υπάρχει υπερβολική έκθεση του ήλιου, υπάρχει και υπερβολική θέρμανση πεζοδρομίου καθώς και έντονο το φαινόμενο της θάμβωσης. Για να αποφευχθεί αυτό χρησιμοποιούνται δίχτυα παραλλαγής / σκίασης του χώρου και προστασίας από τον ήλιο. Τα δίχτυα παραλλαγής δεν επιτρέπουν τις ακτίνες του ήλιου να διέλθουν μέσα στον χώρο ενώ αντιθέτως επιτρέπουν την ανεμορροή να εισέλθει μέσα σε αυτόν.





**Εικόνα 8.19:** Διαγραμματική απεικόνιση τρέχουσας κατάστασης και προτεινόμενης ιδέας.



**Εικόνα 8.20:** Τρισδιάστατη απεικόνιση των δικτύων παραλλαγής.

- **EXPO 1992, Σεβίλλη**

Τα περίπτερα της διεθνούς έκθεσης (EXPO) του 1992 στη Σεβίλλη φιλοξενήθηκε στην Καρτούχα, ένα τεχνητό νησί στις όχθες του ποταμού Γκουανταλκιβίρ.



**Εικόνα 8.21:** Γενική διάταξη πέμπτης λεωφόρου.

Στους υπαίθριους χώρους της έκθεσης χρησιμοποιήθηκαν αξιόλογα δείγματα διατάξεων σκιασμού και δροσισμού για τη βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών στις θερμές θερινές συνθήκες της Σεβίλλης.



**Εικόνα 8.22:** Ο υδάτινος τοίχος.



Η πέμπτη λεωφόρος, ένας από τους κυριότερους πεζόδρομους του συγκροτήματος, σχεδιάστηκε από την εταιρεία SITE ως ένα ιδανικό παράδειγμα φυσικού δροσισμού με μέσα το νερό και τη βλάστηση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ένας γυάλινος υδάτινος διάδρομος μήκους τριακοσίων μέτρων και ύψους έξι μέτρων, μία μεγάλης επιφάνειας φυτοκαλυμμένης πέργκολας και υψηλή ενδημική βλάστηση που περιέβαλαν τους εκθεσιακούς χώρους, το εστιατόριο και το σταθμό του αναβατορίου.



**Εικόνες 8.23 – 8.24:** Η πράσινη πέργκολα και η είσοδος του σταθμού του αναβατορίου.

Αξιόλογη εφαρμογή υπήρξε και η χρήση πύργων καθοδικού ρεύματος στην λεωφόρο της Ευρώπης. Τα συστήματα αυτά αποτελούν μέσα δροσισμού του αέρα που εισάγεται από το πάνω των πύργων, διέρχεται από «φίλτρα» νερού όπως σταγονίδια νερού, βρεγμένες επιφάνειες κυτταρίνης ή βρεγμένες κεραμικές επιφάνειες, και δροσίζεται μέσω της εξάτμισης<sup>107</sup>.

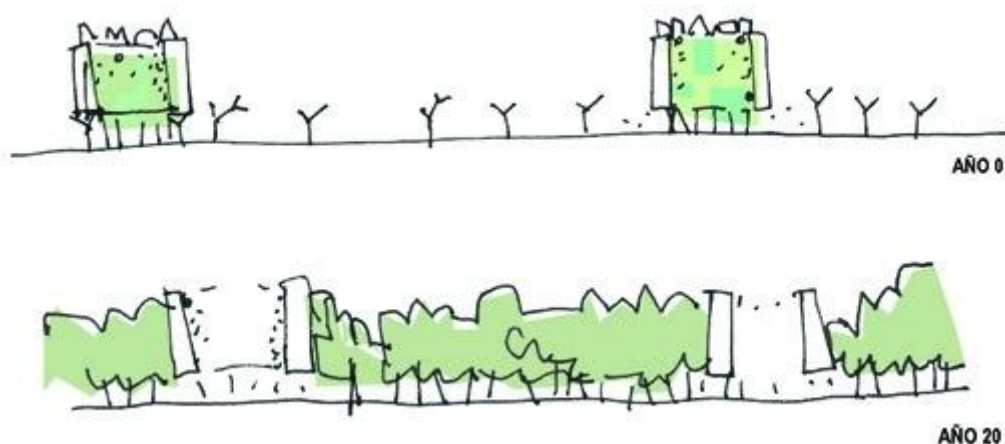
**Εικόνα 8.25:** Λ. Ευρώπης – Σκίαστρα και ανεμόπυργοι.



<sup>107</sup> Οικονόμου Α., 2009

- **Ecoboulevard de Vallecas – Madrid, Spain**

Οι **Ecosistema Urbano**, μια ομάδα αρχιτεκτόνων και πολεοδόμων προκειμένου να βελτιωθούν και να αναβαθμιστούν οι κλιματικές συνθήκες των ανοιχτών χώρων των πόλεων προτείνουν έναν σχεδιασμό του χώρου με την χρήση παρεμβάσεων χαμηλής τεχνολογίας και κόστους για να δημιουργήσουν ένα βιοκλιματικό περιβάλλον στην περιοχή Vallecas στην πόλη της Μαδρίτης.



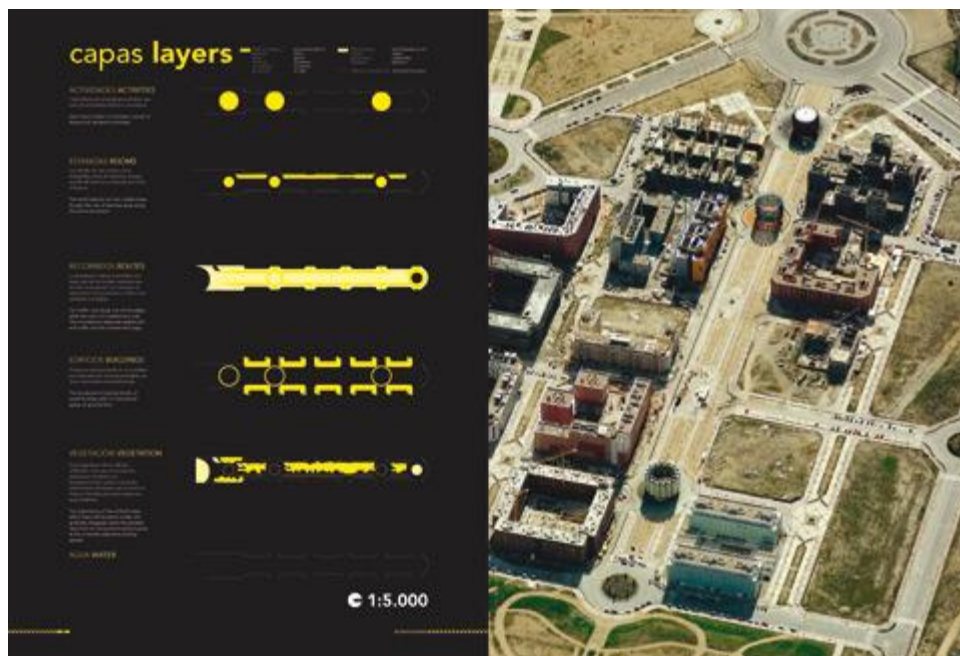
**Εικόνα 8.26:** Εξέλιξη πάρκου μετά από 20 χρόνια.

Η Προαστιακή ανάπτυξη της Vallecas είχε όλα τα φτωχά χαρακτηριστικά μιας προαστιακής ανάπτυξης. Έτσι ο διαγωνισμός Eco-boulevard οργανώθηκε με δύο στόχους: έναν κοινωνικού χαρακτήρα, με στόχο την δημιουργία δραστηριότητας και έναν περιβαλλοντικής φύσεως, με βιοκλιματική προσαρμογή στον εξωτερικό χώρο.

Η δήλωση του επικεφαλής της ομάδας σχεδιασμού σχετικά με τον σχεδιασμό ήταν<sup>108</sup>: Οι δημόσιοι χώροι ανήκουν σε όλους και πρέπει να λειτουργούν ως στηρίγματα για μια σειρά από δραστηριότητες και εκδηλώσεις, πέρα από ότι μπορεί να προγραμματιστεί. Χώροι όπου οι πολίτες θα μπορούν να δράσουν ελεύθερα και αυθόρμητα.

<sup>108</sup> Αρχιτεκτονικό Ιταλικό Περιοδικό AREA, Τεύχος 99, σελ. 148-159

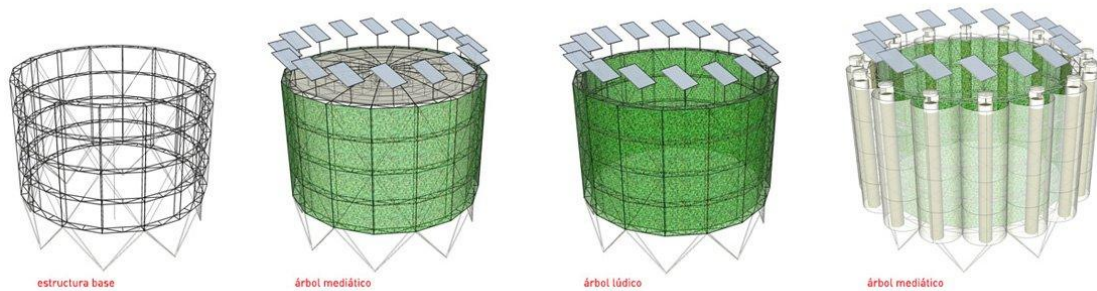
Η πρότασή μας είναι μια προσπάθεια αναπλήρωσης της παντελούς έλλειψης δραστηριότητας, εξαιτίας ανεύθυνων σχεδιασμών και προέρχεται από το ενδιαφέρον για την εξεύρεση λύσης του προβλήματος από την αρχή.



Εικόνα 8.27 – 8.28: Τοπογραφικό περιοχής και φωτογραφίες πρότασης.

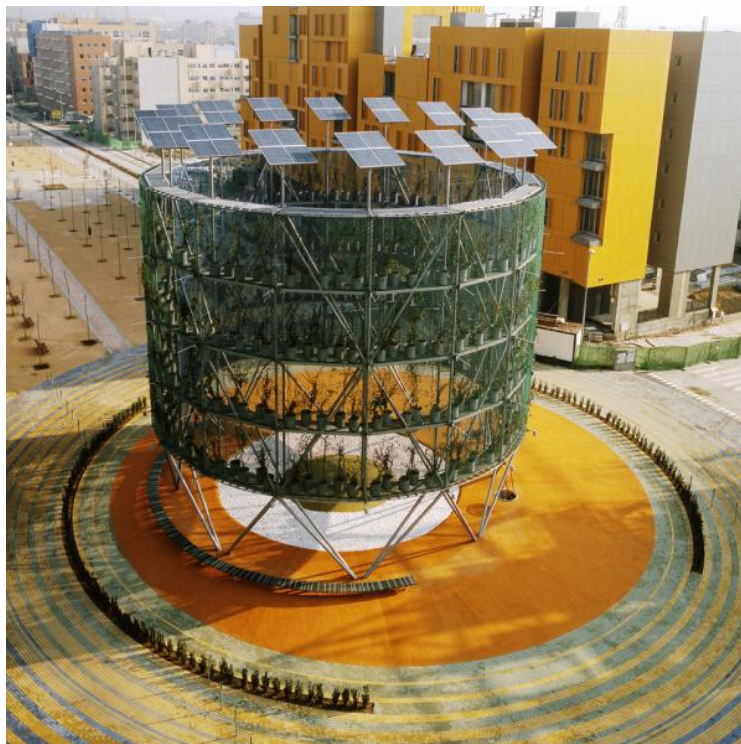


Γνωρίζουμε ότι η καλύτερη προσαρμογή για έναν δημόσιο χώρο είναι να περιέχονται σε αυτόν πυκνά και δυνατά δέντρα. Ένα υλικό που δεν μπορεί να υπολογιστεί μέχρι να περάσουν 15 ή 20 χρόνια. Ως εκ τούτου, ήταν απαραίτητη η δράση έκτακτης ανάγκης, που θα μπορούσε να λειτουργήσει, όπως το ξύλο στο μέλλον.



**Εικόνα 8.29:** Βασική κατασκευή – media tree – ludic tree – air tree.

Έτσι η στρατηγική που θα χρησιμοποιηθεί είναι από την συγκέντρωση που δρα και προσαρμόζεται σε συγκεκριμένες περιοχές με την παροχή υψηλής κλιματικής άνεσης και λειτουργώντας έτσι ως ο σπόρος μιας διαδικασίας αναγέννησης ενός δημόσιου χώρου.





**Εικόνα 8.30 – 8.31:** Απόψεις από το ludic tree.

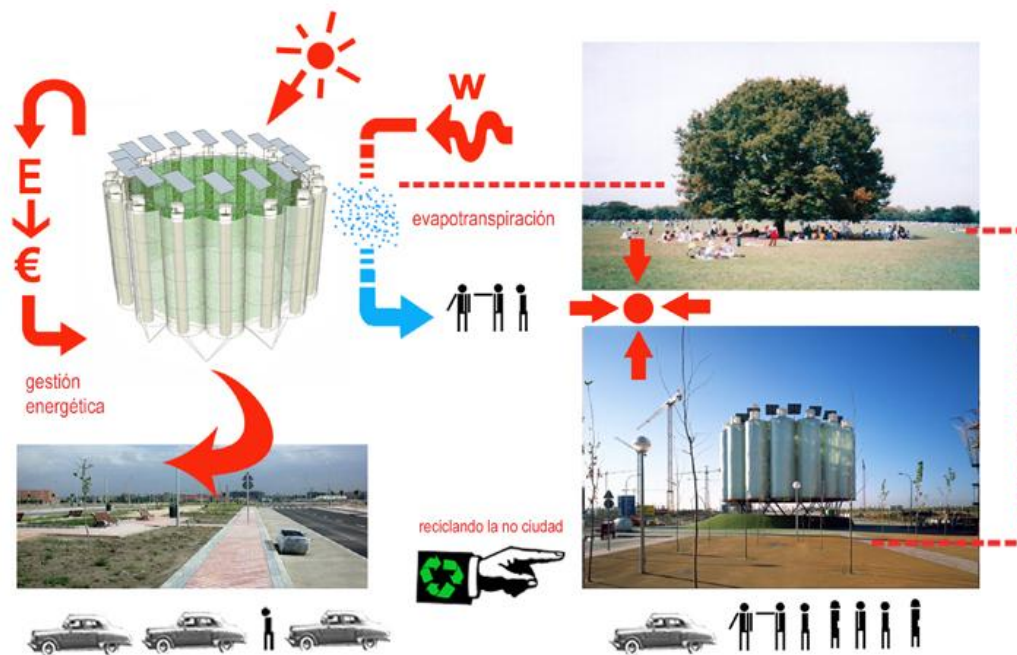
Δεν νομίζουμε πως ένα κτίριο είναι απαραίτητο, αλλά ένας χώρος για τους ανθρώπους, του οποίου το σχήμα καθορίζεται από την ίδια την δραστηριότητα που αναπτύχθηκε σε αυτόν σε μια δεδομένη στιγμή. Τρία περίπτερα ή δέντρα του αέρα, όπως υποστηρίζεται, είναι ανοιχτά σε πολλές δραστηριότητες που επιλέγονται από τους χρήστες.

Εγκατεστημένα εκτός πόλης προσωρινά, διότι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μέχρι να διορθωθεί το πρόβλημα της αδράνειας και τα προβλήματα κλιματικών προσαρμογών. Μόλις παρέλθει ο απαραίτητος χρόνος, οι συσκευές αυτές εγκαθίστανται και οι παλιές υποσχέσεις θα πρέπει να παραμείνουν ως ξέφωτα μέσα στο δάσος.

Το δέντρο του αέρα είναι μια φτωχή κατασκευή, που είναι αυτάρκης όσον αφορά την ενέργεια και μπορεί να αποσυναρμολογηθεί. Καταναλώνει μόνο ότι μπορεί να παράγει μέσω της συλλογής ηλιακής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά



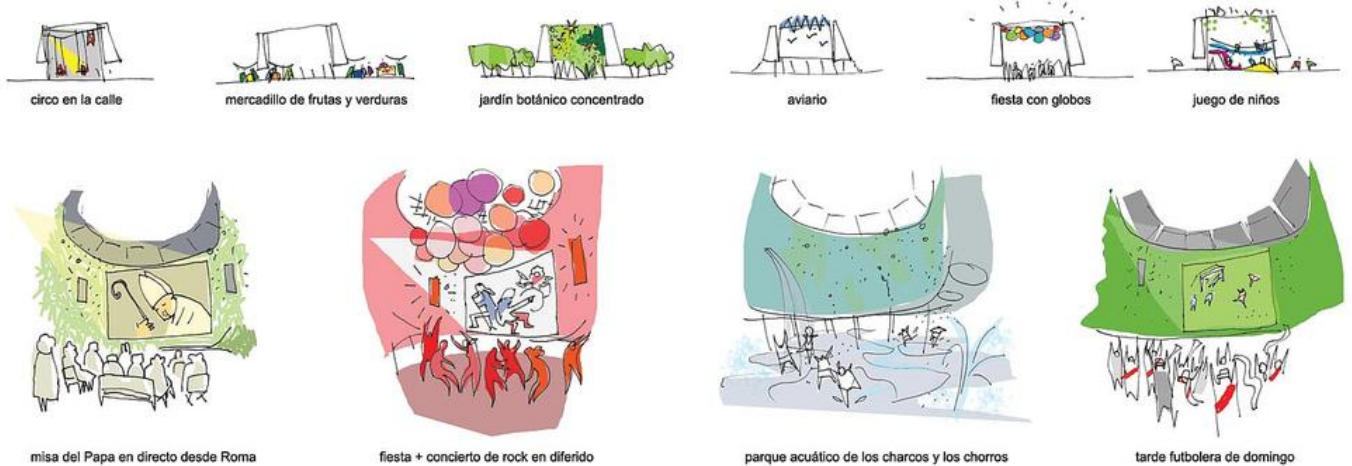
συστήματα. Πουλώντας αυτή την ενέργεια με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, δημιουργείται ένα περίσσευμα στον ετήσιο ισολογισμό και αυτό επανεπενδύεται στην διατήρηση της ίδιας δομής. Αυτό είναι απλά ένα μοντέλο για την διατήρηση των πόρων σε ένα έργο κατά την διάρκεια του χρόνου.



Εικόνα 8.32 – 8.33: Άποψη από το air tree και διάγραμμα του συστήματος «recycling the not city».

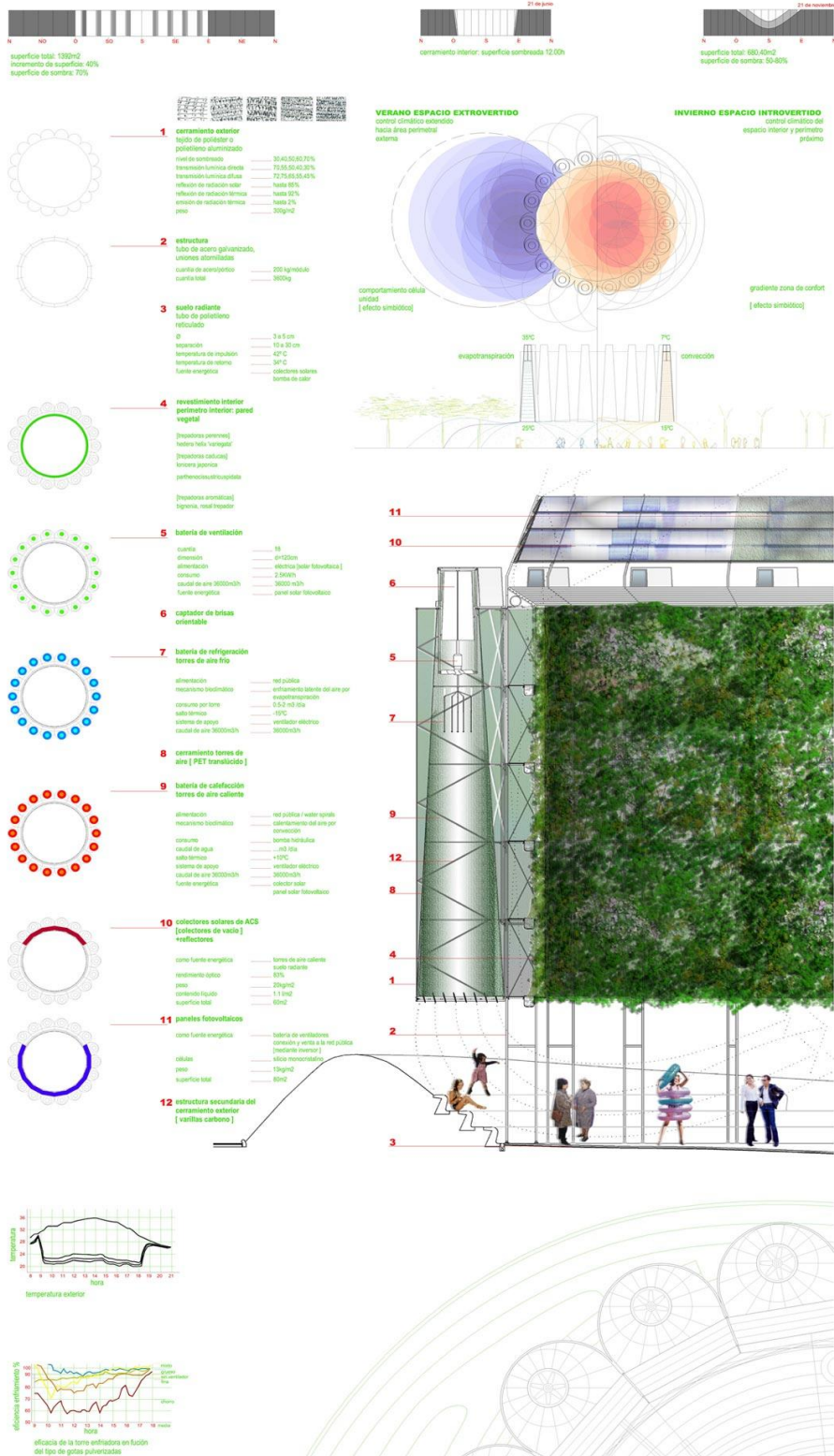
Η χρήση της τεχνολογίας σε αυτό το έργο, παίζει ένα κρίσιμο και αποφασιστικό ρόλο στην προσαρμογή ενός αυθεντικού και συγκεκριμένου πλαισίου. Η αρχιτεκτονική δυνατότητα της τεχνολογίας βρίσκεται σε κάθε επαναπρογραμματισμό και συνδυασμό με άλλα στοιχεία, έτσι ώστε πραγματικά να είναι αρχιτεκτονικά έτοιμα ρυθμισμένα.

Σε αυτή την περίπτωση, οι τεχνικές κλιματικής προσαρμογής, συνήθως απασχολούνται στον αγροτικό κλάδο δανεικά.



Εικόνα 8.34 – 8.35: Δραστηριότητες στο ludic tree.





Εικόνα 8.36: Τεχνικά χαρακτηριστικά του air tree.

Η αυτονομία που απολαμβάνεται από τα δέντρα του αέρα, σημαίνει ότι είναι αντικείμενα εξαγωγίμου χαρακτήρα, έτσι ώστε να μπορούν να επανατοποθετηθούν σε παρόμοιες περιοχές ή σε άλλους τύπους καταστάσεων που απαιτούν διαδικασία δραστηριότητας αστικής ανάπλασης (νέα προαστιακή ανάπτυξη, υποβαθμισμένα πάρκα, πλατείες).

Ο στόχος αυτού του προγράμματος, είναι να δημιουργήσει μια ατμόσφαιρα που προκαλεί και προωθεί την δραστηριότητα σε έναν δημόσιο αστικό χώρο που 'νοσεί' λόγω κακού σχεδιασμού.



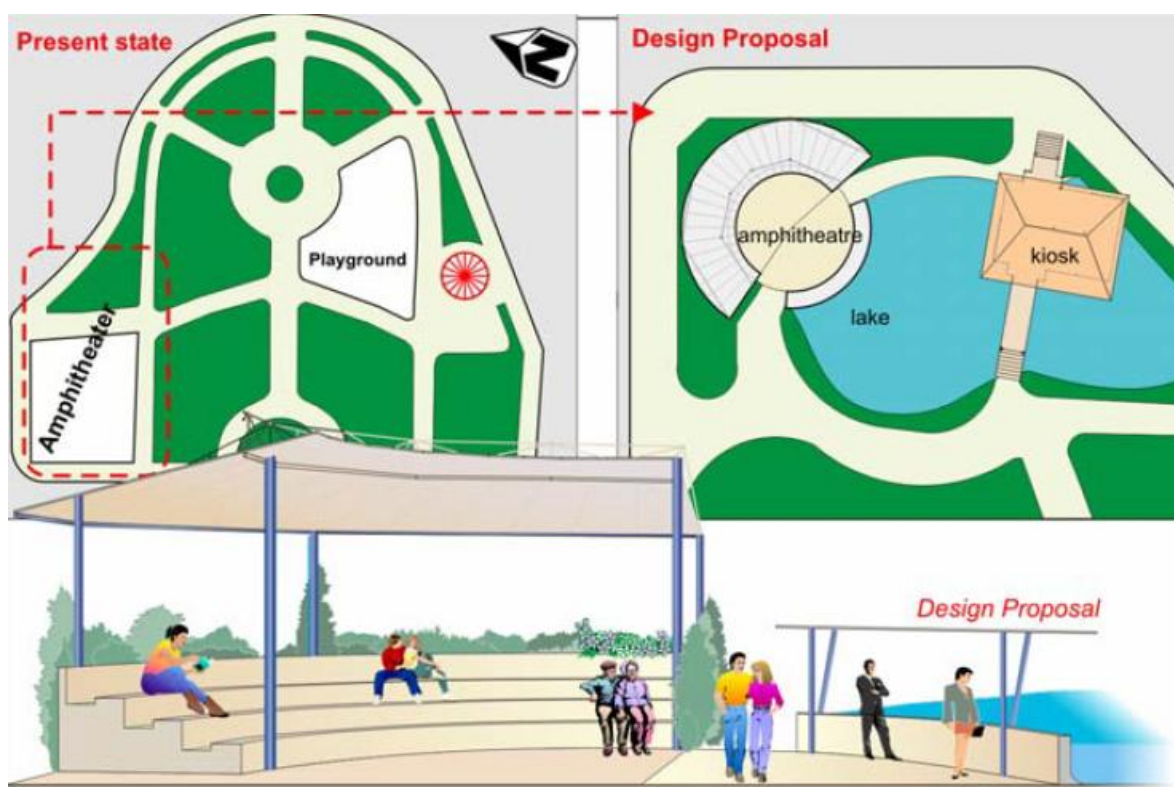
**Εικόνα 8.37:** Γενική άποψη του πάρκου.

Τα απλά συστήματα κλιματολογικής προσαρμογής, εγκαθίστανται στα δέντρα του αέρα με την τεχνική της εξατμισοδιαπνοής, η οποία συχνά χρησιμοποιείται σε θερμοκήπια. Αυτή η αεροτεχνική πρακτική ή τεχνητή εφαρμογή δεν αποτελεί μέρος της εμπορικής στρατηγικής. Αντιθέτως, προσπαθεί να ανατρέψει την αναψυχή – κατανάλωση, διωνυμικά και αντιδραστικά στον δημόσιο χώρο, δημιουργώντας κλιματολογικά διαμορφωμένο περιβάλλον ( $8^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}$ , ψυχρότερο από τον υπόλοιπο χρόνο το καλοκαίρι), όπου οι πολίτες θα είναι και πάλι ενεργά συμμετέχοντες σε δημόσιους χώρους.

## 8.2 Από τον ελλαδικό χώρο

- Πλατεία Κρήτης-Θεσσαλονίκη<sup>109</sup>

Η τοποθεσία είναι ένας χαρακτηριστικός αστικός ανοιχτός χώρος σε μια πυκνοδομημένη περιοχή κατοικίας στη Θεσσαλονίκη. Υπάρχει περιορισμένη εμπορική δραστηριότητα, η κυκλοφορία στους δρόμους γύρω από την τοποθεσία είναι σχετικά μικρή και, συνεπώς, δεν υπάρχουν σημαντικές πηγές θορύβου. Σε γενικές γραμμές η πλατεία ελκύει πολλούς ανθρώπους λόγω της πυκνής βλάστησης. Μόνο η χρήση του αμφιθεάτρου είναι περιορισμένη, λόγω της έκθεσής της στον ήλιο, όπου προβλήματα υπερθέρμανσης και θάμβωσης, που προκαλούνται από τις δομημένες επιφάνειες και τα ανοιχτόχρωμα υλικά είναι οι βασικές αιτίες έλλειψης άνεσης το καλοκαίρι στο σημείο αυτό.



**Εικόνα 8.38:** Υφιστάμενη κατάσταση και σχεδιαστική πρόταση για την Πλατεία Κρήτης. Με πιο λεπτομέρεια η τομή του αμφιθεάτρου.

<sup>109</sup> Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ( Κ.Α.Π.Ε. ) ( 2004 ). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου, σελ. 38

Η σχεδιαστική πρόταση αφορά κυρίως αυτό το τμήμα του οικοπέδου, καθώς η υπόλοιπη περιοχή παρέχει ελκυστικό μικροκλίμα με κατάλληλη σκίαση από τα δέντρα και τους θάμνους, καθώς και οπτική άνεση. Απαιτούνται επί πλέον μόνο μερικές τροποποιήσεις στην επίστρωση του οικοπέδου ώστε είναι προσβάσιμες περισσότερες περιοχές του χώρου. Η πιο σημαντική παρέμβαση, στο βορειοδυτικό τμήμα του οικοπέδου, αφορά την κατασκευή μιας μεγάλης επιφάνειας νερού. Ένα κίосκι παρέχει μια ευχάριστη, σκιασμένη περιοχή για ξεκούραση και αναψυχή. Αρκετές τροποποιήσεις προτείνονται σχετικά με τη μορφή και το σκιασμό του αμφιθεάτρου, ώστε να γίνει πιο ελκυστικό στους χρήστες.

- **Πλατεία Μακεδονομάχων<sup>110</sup>**

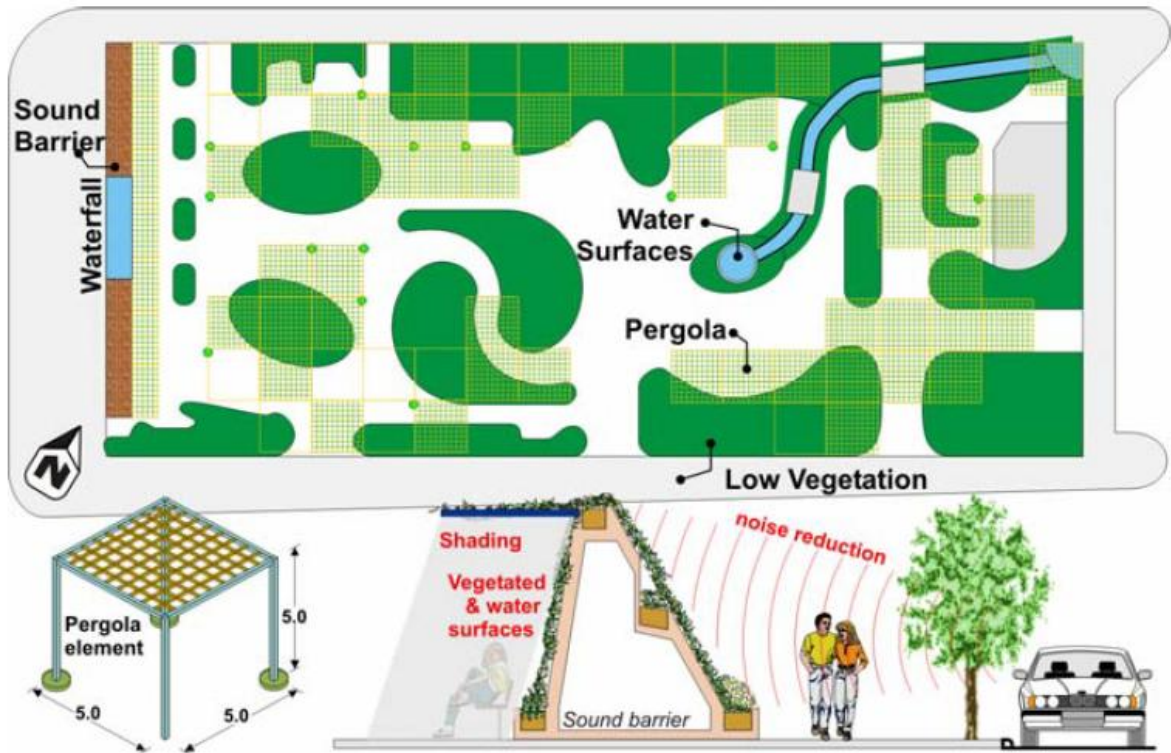
Η πλατεία βρίσκεται στο κέντρο της Θεσσαλονίκης, στη διασταύρωση δύο κεντρικών δρόμων, με αποτέλεσμα να υπάρχει έντονη κυκλοφορία οχημάτων και θόρυβος. Άλλα σημαντικά προβλήματα είναι οι υψηλές θερμοκρασίες του αέρα και των επιφανειών το καλοκαίρι καθώς και η θάμβωση από την επιφάνεια του εδάφους και από τις όψεις των κτιρίων.

Ο χώρος χρησιμοποιείται κυρίως το καλοκαίρι και τις ενδιάμεσες περιόδους του χρόνου. Παρά την παρουσία σχετικά ψηλών κτιρίων που περιβάλλουν την πλατεία στις τρεις πλευρές της, η ηλιακή έκθεση είναι η βασικότερη αιτία θερμικής δυσφορίας. Η πιο αποδοτική τεχνική για την προστασία είναι η σκίαση η οποία μπορεί να επιτευχθεί με οριζόντια σκίαστρα, όπως πέργκολες, στις οποίες μπορεί να αναρριχώνται κληματαριές που θα συμβάλουν στη θερινή σκίαση, αφήνοντας την ηλιακή ακτινοβολία να περνάει το χειμώνα. Η συνεισφορά τους στη θερμική άνεση είναι επίσης σημαντική, μειώνοντας τη θάμβωση που προκαλείται από τον ουρανό, από τις όψεις των κτιρίων και από το έδαφος.

---

<sup>110</sup> Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ( Κ.Α.Π.Ε. ) ( 2004 ). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου, σελ. 38





**Εικόνα 8.39:** Σχεδιαστική πρόταση για την Πλατεία Μακεδονομάχων και λεπτομέρειες ορισμένων από τις προτεινόμενες κατασκευές.

Επιφάνειες νερού στη μορφή σιντριβανιού, μικρού ρυακιού και καταρράκτη μπορεί να συνεισφέρουν περαιτέρω στη βελτίωση του μικροκλίματος με ψύξη του αέρα. Η μείωση του θορύβου μπορεί να επιτευχθεί με την κατασκευή ενός φράγματος ήχου στην άκρη του δρόμου υψηλής κυκλοφορίας, όπου εντοπίζεται η πηγή το θορύβου.

Το ηχοπέτασμα είναι παχύτερο από ότι απαιτείται καθώς σχεδιάστηκε για να περιλαμβάνει το μηχανικό εξοπλισμό του καταρράκτη και για το πότισμα των κλημάτων που σκεπάζουν τις δυο όψεις του. Ένας πρόβολος στην εσωτερική πλευρά παρέχει σκίαση για τους ανθρώπους που διασχίζουν τον υπαίθριο χώρο. Η ύπαρξη του καταρράκτη πέρα από το δροσισμό, συνεισφέρει και σε ένα πιο ευχάριστο ακουστικό περιβάλλον, καλύπτοντας το θόρυβο της κυκλοφορίας.

- **Οδός Καραολή & Δημητρίου, Δήμος Θέρμης**<sup>111</sup>

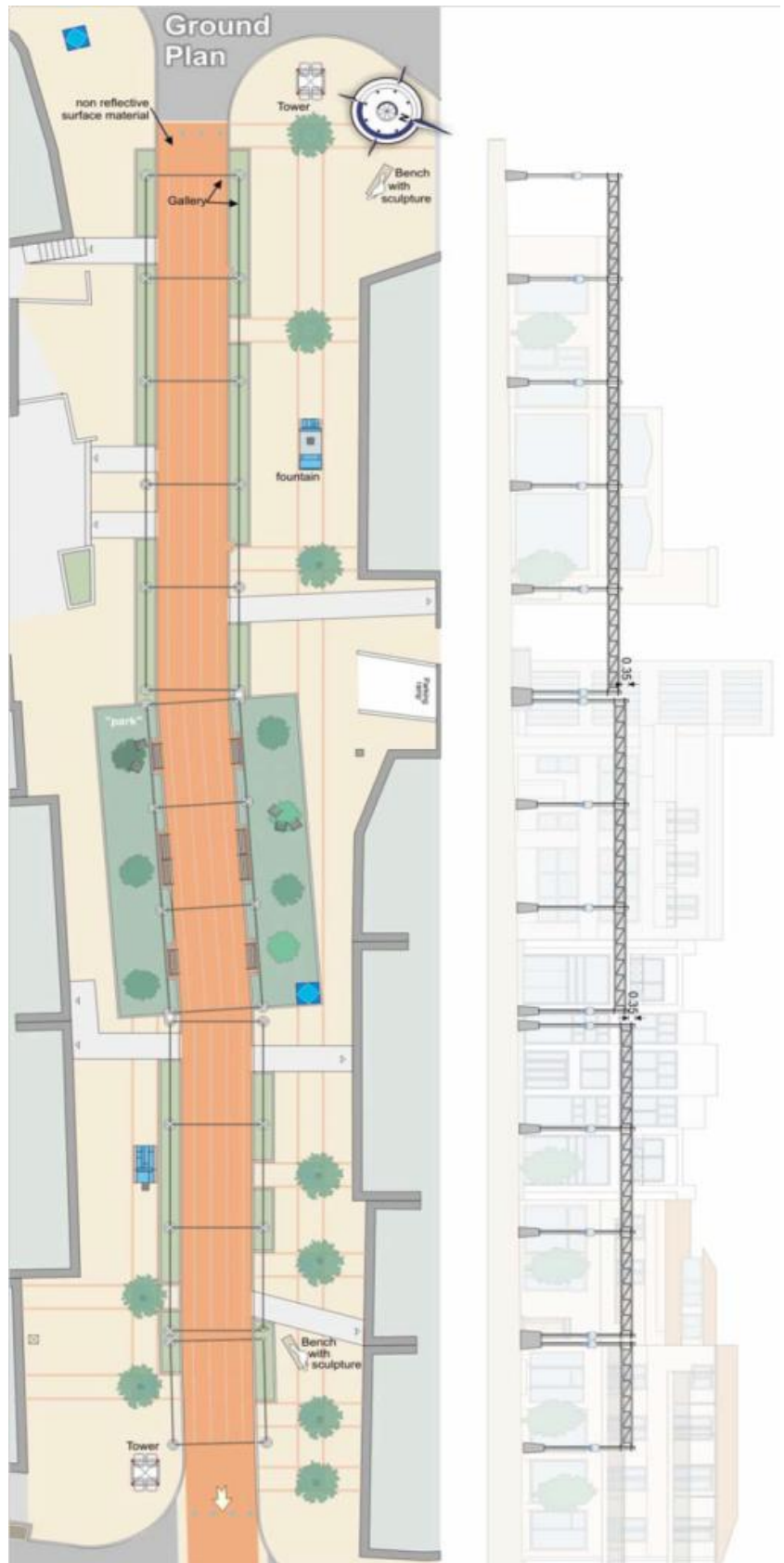
Η οδός Καραολή & Δημητρίου βρίσκεται στο κέντρο του Δήμου Θέρμης στη Βόρεια Ελλάδα. Βρίσκεται δίπλα στο βασικό κυκλοφοριακό κόμβο και ο άξονάς της έχει κατεύθυνση Ανατολή-Δύση με απόκλιση 20° προς το Νότο. Τα περισσότερα παρακείμενα κτίρια είναι διώροφα με μέσο ύψος 14 μ., ενώ το συνολικό μήκος του δρόμου που θα αναπλαστεί είναι περίπου 370 μ.

Η διαδικασία σχεδιασμού πρέπει να είναι σύμφωνη με διάφορους περιορισμούς που δεν υπάρχουν σε πάρκα και πλατείες, όπως είναι η αλλαγή χρήσης ενός δρόμου κυκλοφορίας σε πεζόδρομο. Σε αυτήν την περίπτωση, μια σειρά παραμέτρων περιπλέκουν τη λύση στο πρόβλημα αυτό και καθορίζουν κατά πόσο πρέπει να υιοθετηθούν συμβατικές ή μη συμβατικές λύσεις.

Οι πιο σημαντικοί περιορισμοί είναι η ανάγκη για παροχή επαρκών διόδων πρόσβασης των οχημάτων για την τροφοδοσία των καταστημάτων σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας, συνήθως νωρίς το πρωί, καθώς και το περιορισμένο πλάτος του ανοιχτού χώρου. Επί πλέον, υπάρχουν περιορισμοί που αφορούν τη χρήση και ιδιοκτησία των κτιρίων και του χώρου γύρω από αυτά, όπως η δυνατότητα στάθμευσης μεταξύ των κτιρίων και την πιθανότητα μελλοντικής αλλαγής ιδιοκτησίας και κατασκευής νέων κτιρίων, είναι θέματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη από τον μελετητή καθώς επηρεάζουν τις δυνατότητες σχεδιασμού.

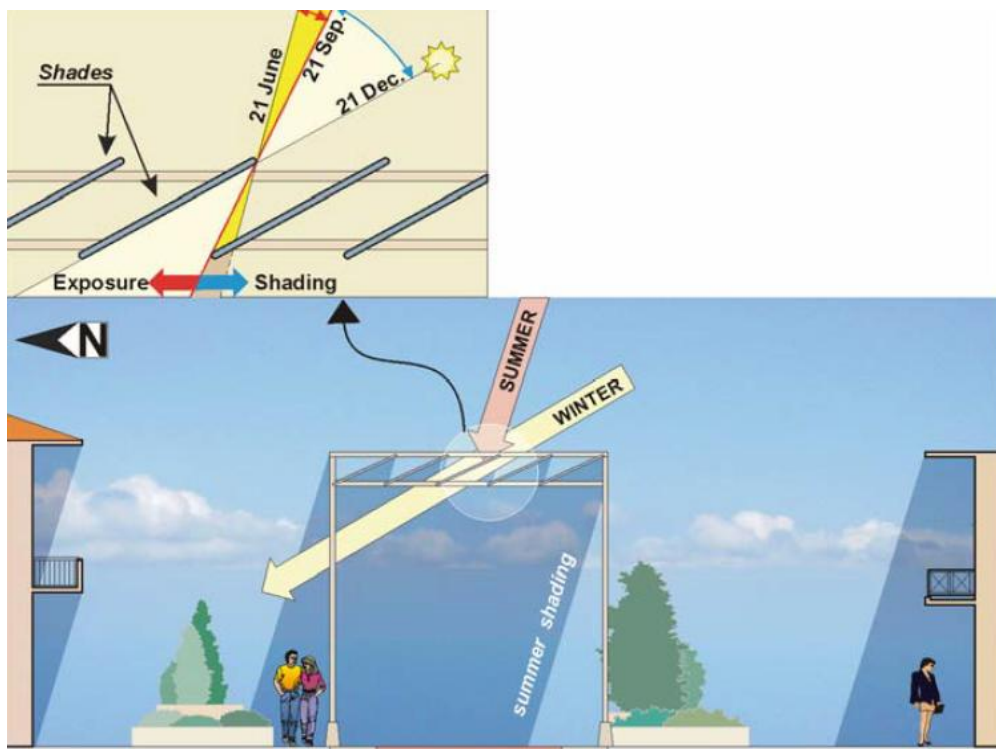
---

<sup>111</sup> Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ( Κ.Α.Π.Ε. ) ( 2004 ). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου, σελ. 39



**Εικόνα 8.40:** Κάτοψη και τομή τμήματος του δρόμου κατά την σχεδιαστική πρόταση.

Τέλος, μεταξύ αυτών των περιορισμών, πρέπει να συμπεριληφθεί η γεωμετρία και η θέση των παρακείμενων κτιρίων. Σε πολλές περιπτώσεις η ύπαρξή τους μπορεί να επηρεάσει την αισθητική ενός τέτοιου έργου. Μια ολοκληρωμένη πρόταση πρέπει να περιλαμβάνει την ανακαίνιση των όψεών τους, με βάση και βιοκλιματικά κριτήριά. Δυστυχώς, μια τέτοια ολοκληρωμένη εφαρμογή θεωρείται δύσκολη και χρονοβόρα λόγω των πολύπλοκων ενεργειών που απαιτούνται ώστε να εφαρμοστούν αναπλάσεις σε ιδιωτικές ιδιοκτησίες.



Εικόνα 8.41: Τομή κατά πλάτος του δρόμου.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της σχεδιαστικής πρότασης είναι:

- Μια στοά τοποθετημένη στη μέση του πεζόδρομου, η οποία συντίθεται από όμοια κυβικά στοιχεία με διαστάσεις 6x6x6μ., είναι ένα σημαντικό στοιχείο του σχεδιασμού, με χρήση κυρίως ως πεζόδρομος και δευτερευόντως ως δρόμος ήπιας κυκλοφορίας. Το δάπεδο, το οποίο αποτελείται από κόκκινο ασφαλτικό υλικό, έχει πλάτος 4 μ (μικρότερο από το πλάτος της στοάς, ώστε να περιορίζεται η κυκλοφορία). Η οροφή περιλαμβάνει σκιάστρα τα οποία έχουν νότιο προσανατολισμό και είναι τοποθετημένα σε κανονικές

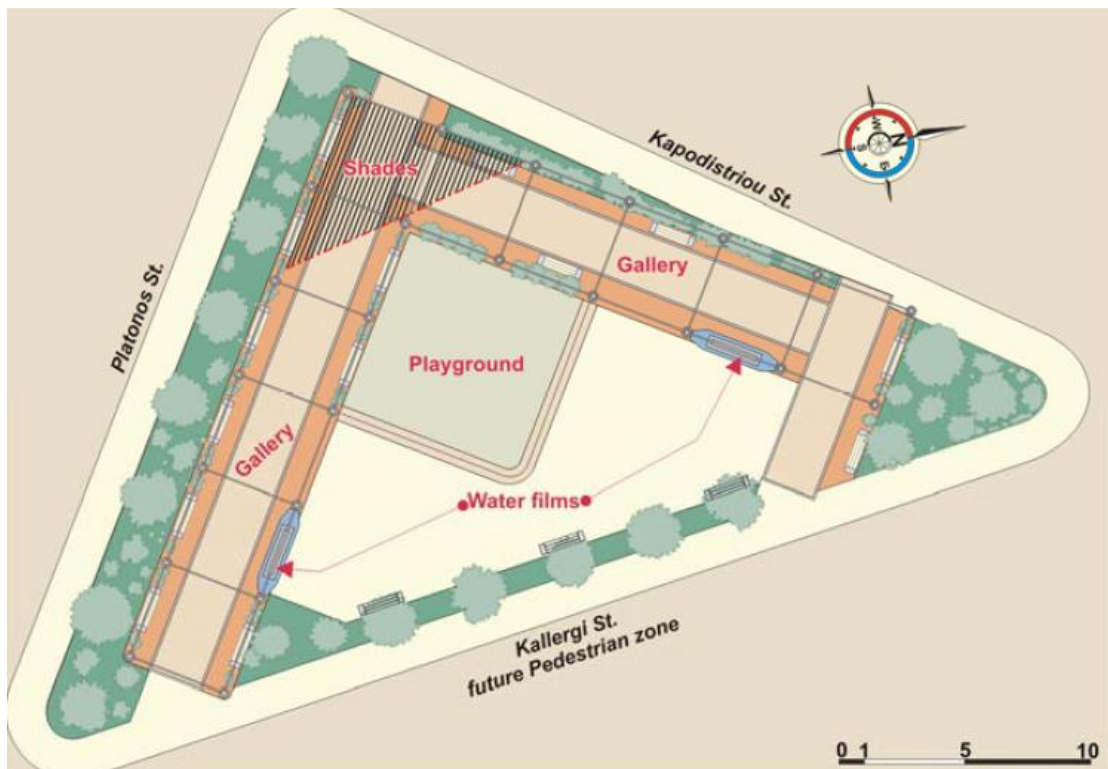
αποστάσεις, ώστε να επιτρέπουν την ελεύθερη κυκλοφορία του αέρα μεταξύ τους εμποδίζοντας την υπερθέρμανση. Η κλίση των σκιάστρων επιτρέπει τη δίοδο της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα, ενώ παρέχει πλήρη σκίαση το καλοκαίρι.

- Το υλικό των σκιάστρων αποτέλεσε μια ακόμα δυσκολία κατά τη διαδικασία σχεδιασμού. Η ανάγκη για κατάλληλες συνθήκες φωτισμού, ευκολία στη συντήρηση, αντοχή στην πίεση του αέρα και άλλα περιβαλλοντικά θέματα οδήγησαν στην επιλογή πολυκαρβονικών φύλλων με ανακλαστική επικάλυψη στην πάνω πλευρά τους, ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση.
- Ο πεζόδρομος διακόπτεται σε κανονικά διαστήματα από μικρά τετράγωνα σκεπασμένα με κυβικά στοιχεία που μπαίνουν στη στοά ώστε να σπάσουν τη συνέχεια του δρόμου. Μέσα σε αυτά υπάρχουν σημεία ξεκούρασης, στοιχεία νερού, χαμηλή βλάστηση και δέντρα, ώστε να ενισχύεται ο φυσικός δροσισμός. Προτείνεται όλα αυτά τα στοιχεία να σχεδιαστούν από γνωστούς καλλιτέχνες, ώστε ο χώρος να γίνει στοά με γλυπτά και, μετά από συμπληρωματικά μέτρα, μέρος του «χάρτη καλλιτεχνικών χωριών».
- Το φράγμα ήχου στη βορειοανατολική είσοδο του χώρου αναμένεται να μειώσει το θόρυβο που δημιουργείται από την υψηλή κυκλοφορία στο παρακείμενο κέντρο του δήμου. Αφού διαστασιολογηθεί κατάλληλα και αποδοτικά, ένα γλυπτό θα δίνει στο φράγμα την τελική του μορφή. Θα αποτελείται από γυαλί και τρεχούμενο νερό και θα φωτίζεται ανάλογα.

- Πλατεία 3<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου, Δήμος Αλίμου Αττικής<sup>112</sup>

Η πλατεία βρίσκεται στο Δήμο Αλίμου, Αττικής, σε μια οικιστική περιοχή με τριώροφα ως πενταόροφα κτίρια. Έχει τριγωνικό σχήμα με την μεγάλη πλευρά προσανατολισμένη στο νότο και συνολική επιφάνεια 520 τ.μ. Προς το παρόν περιλαμβάνει μια παιδική χαρά, μικρές επιφάνειες με φύτευση και δέντρα μέτριου μεγέθους.

Τα κυριότερα μικροκλιματικά προβλήματα το καλοκαίρι είναι η έκθεση στον ήλιο και το χειμώνα η άμεση έκθεση στον επικρατούντα κρύο άνεμο. Δεν υπάρχουν σημαντικές πηγές θορύβου, λόγω του χαμηλού κυκλοφοριακού όγκου και του οικιστικού χαρακτήρα της περιοχής. Ένας άλλος κρίσιμος σχεδιαστικός παράγων είναι η περιορισμένη καθαρή επιφάνεια του χώρου (μόνο 240 τ.μ. χωρίς τα εξωτερικά πεζοδρόμια).



**Εικόνα 8.42:** Κάτοψη της πλατείας με την προτεινόμενη διαμόρφωση.

<sup>112</sup> Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας ( Κ.Α.Π.Ε. ) ( 2004 ). Σχεδιασμός Υπαίθριων Αστικών Χώρων με Βιοκλιματικά Κριτήρια, επιμέλεια σύνταξης: Δρ. Μαριαλένα Νικολοπούλου, σελ. 40



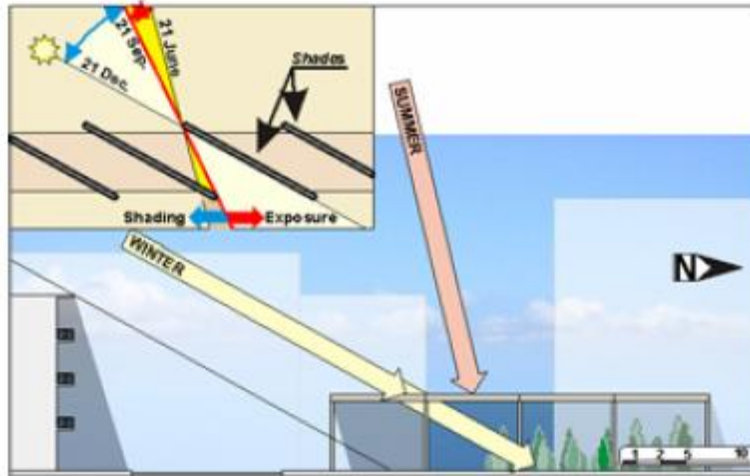
Άλλοι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν το σχεδιασμό είναι η ανάγκη για ασφάλεια ( επίβλεψη παιδιών, οπτική επαφή από και προς τη γύρω περιοχή ) και η μελλοντική σύνδεση με έναν πεζόδρομο στην ανατολική πλευρά του ανοιχτού χώρου.

Το βασικό χαρακτηριστικό της σχεδιαστικής πρότασης είναι η κατασκευή στοών που στεγάζουν σκιασμένα μονοπάτια. Στις πλευρές αυτών των μονοπατιών, παγκάκια και λουλούδια προσφέρουν την ευκαιρία για ξεκούραση σε ένα ευχάριστο περιβάλλον.



**Εικόνα 8.43:** Προοπτική άποψη της σχεδιαστικής πρότασης.

Τα σκίαστρα στην κορυφή της στοάς είναι από διάτρητο αλουμίνιο και οι διαστάσεις και η κλίση τους έχουν υπολογιστεί έτσι ώστε να μεγιστοποιούνται τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και η σκίαση το καλοκαίρι. Η σκίαση καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας κάτω από τις στοές και ένα μέρος του ακάλυπτου τμήματος της πλατείας, ανάλογα με την εποχή του χρόνου και την ώρα της ημέρας, δίνοντας στους χρήστες του χώρου την ευκαιρία να προστατευθούν από την ηλιακή ακτινοβολία και να έχουν ευχάριστη παραμονή στο χώρο.



**Εικόνα 8.44:** Τομή κατά μήκος Βορρά – Νότου.

Περιοχές χαμηλής βλάστησης γύρω από τον ανοιχτό χώρο δημιουργούν ένα φυσικό περιβάλλον, προστατεύοντας ταυτόχρονα το παιχνίδι των παιδιών. Το κατώτερο σημείο των φυλλωμάτων των δέντρων είναι πάνω από το μέσο ανθρώπινο ύψος, ώστε να υπάρχει άμεση οπτική επικοινωνία με το γύρω περιβάλλον.

Η επιφάνεια του εδάφους αποτελείται από συμπαγείς ορθογώνιες πλάκες σε διάφορα χρώματα ανάλογα με την τη χρήση κάθε περιοχής. Δύο επιφάνειες νερού συνεισφέρουν στο δροσισμό του αέρα και, μαζί με τη σκίαση, τη βλάστηση και τα κατάλληλα χρώματα των επιφανειών, δημιουργούν ένα ευχάριστο περιβάλλον.

- **Ξανασκέψου την Αθήνα ( Rethink Athens ) – Αρχιτεκτονικός Διαγωνισμός. Α΄ Βραβείο – Ένα βήμα μετά ( One step beyond )**  
**Ομάδα μελέτης: OKRA**

Οι OKRA ονόμασαν την ιδέα τους για την πεζοδρόμηση της οδού Πανεπιστημίου «Ένα βήμα παραπέρα» έχοντας σαν στόχο την βελτίωση του περιβάλλοντος της πόλης, αναφέροντας ότι η ποιότητα της Αθήνας είναι η παρουσία των πράσινων λόφων και η σύνδεση της με την θάλασσα. Η Αθήνα είναι μια πόλη που χαρακτηρίζεται από υψηλό πρόβλημα της θερμικής νησίδας καθώς το κέντρο τους καλοκαιρινούς μήνες εμφανίζει πολύ υψηλές θερμοκρασίες, δημιουργώντας μια αποπνικτική ατμόσφαιρα. Ο μετασχηματισμός του κέντρου της πόλης είναι απαραίτητος για να μετατραπεί η Αθήνα σε μια βιώσιμη ζωντανή πόλη. Η πρόταση τους μετατρέπει το κέντρο της Αθήνας σε ένα δίκτυο πρασίνου, με κέντρο την Πανεπιστημίου, η οποία βρίσκεται σε περίοπτη θέση εφόσον συνδέει τους αρχαιολογικούς χώρους.



**Εικόνα 8.45:** Γενική άποψη πρότασης.

Η πρόταση της ομάδας σχεδιασμού ΟΚΡΑ που κατατέθηκε στον διαγωνισμό ήταν<sup>113</sup>:

ο **Προκλήσεις**

Για να αλλάξει η καρδιά της Αθήνας και να γίνει ένα σύγχρονο πραγματικά μητροπολιτικό κέντρο, πρέπει το Ιστορικό Τρίγωνο να μεταμορφωθεί σε ζωντανό μέρος της πόλης. Ο πρόσφατα αποκτημένος χώρος – αποτέλεσμα της μείωσης της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων στην περιοχή, που συνιστά ένα μείζον βήμα προς μια πόλη που περπατείται – μπορεί να μεταμορφωθεί σε ένα ζωντανό, πράσινο και προσβάσιμο πολεοδομικό πυρήνα. Πηγαίνουμε τις σύγχρονες ιδέες για τον έλεγχο των περιβαλλοντικών συνθηκών, η μείωση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων και την απόδοση προγραμμάτων στον δημόσιο χώρο ένα βήμα παρά πέρα, προς μια ολοκληρωμένη πρόταση, που δημιουργεί μια δυναμικά ελαστική και προσβάσιμη πόλη, που θα σφύζει από ζωή, χωρίς να περιοριζόμαστε από τα δεδομένα όρια του έργου, αλλά ενώνοντας την περιοχή με τις γειτονικές της και δημιουργώντας έναν καταλύτη για ολόκληρη την πόλη.



**Εικόνα 8.46:** Η αρχή διαμόρφωσης των οδών.

<sup>113</sup> Αρχιτεκτονικό Περιοδικό ΔΟΜΕΣ, Διεθνής Επιθεώρηση Αρχιτεκτονικής, Τεύχος 116, σελ. 40



- **Δυναμική ελαστική<sup>114</sup> πόλη**

Η οδός Πανεπιστημίου θα μεταμορφωθεί σε μια πράσινη σπονδυλική στήλη, κεντρική του πράσινου δικτύου, που θα προσφέρει σκιά και προστασία. Στη στρατηγική δυναμικής ανάκαμψης συμπεριλαμβάνονται συγκεκριμένες προσεγγίσεις με στόχο τη μείωση της αστικής θερμικής συσσώρευσης και τη βελτίωση της θερμικής άνεσης (φυσικός δροσισμός μέσω της φύτευσης και της σκίασης του δημόσιου χώρου, πράσινα δώματα και προσόψεις, «δροσερές» δαπεδοστρώσεις) τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, καθώς και την επίλυση των θεμάτων διαχείρισης των υδάτων (συγκράτηση υδάτων καταιγίδων και άρδευση).

Η αναγωγή του Ιστορικού τριγώνου σε πράσινο δίκτυο/υπόστρωμα, η μετατροπή των γωνιών του σε χώρους πρασίνου και η σύνδεση αυτού του δικτύου με τους κατάφυτους λόφους περιμετρικά του κέντρου της πόλης θα έχει ως αποτέλεσμα τον μετριασμό της αστικής θερμικής συσσώρευσης, που δεν θα περιορισθεί μόνο στην Πανεπιστημίου, αλλά θα επιδράσει σε ολόκληρο το Μητροπολιτικό Κέντρο.

Μια στρατηγική συστηματικής φύτευσης για την Αθήνα θα συνδυάζεται με μια στρατηγική διαχείρισης των υδάτων, καθώς οι σωστές προϋποθέσεις φύτευσης είναι αποφασιστικής σημασίας για τη συμβολή στη μείωση της θερμικής συσσώρευσης. Η συλλογή των όμβριων σε υπόγειες δεξαμενές, στα δώματα ή οπουδήποτε αλλού συμβάλλει στη διατήρηση των υδάτων στην περιοχή. Πέραν όμως των τεχνικών ζητημάτων, το νερό θα χρησιμοποιηθεί και με τρόπο ποιητικό, με αναφορά στον υπόγειο ποταμό Ηριδανό.

- **Προσβάσιμη πόλη**

Το πράσινο πλέγμα θα αντιμετωπισθεί ως συνεκτικό δίκτυο δημόσιου χώρου προς όλες τις κατευθύνσεις συνδέοντας τις παρακείμενες γειτονιές, με κορύφωση την οδό Πανεπιστημίου. Η αποκατάσταση της συνέχειας των εγκάρσιων οδών θα δημιουργήσει και συνέχεια της εμπειρίας του περιπατητή. Η νέα γραμμή του τραμ

---

<sup>114</sup> Ο όρος *resilient*, που χρησιμοποιείται στο πρωτότυπο κείμενο, περιγράφει μια πόλη που έχει τη δυνατότητα ταχείας και ενεργητικής επαναφοράς προς μια βιώσιμη κατάσταση, σε ανώτερο μάλιστα επίπεδο, μετά από μια καταστροφή ή κρίση.

όντας σαφής, εμφανής και μέρος του μεγαλείου του χώρου, θα συμβάλει στην επιθυμητή συνοχή. Στην πραγματικότητα, η Πανεπιστημίου παρέχει έναν ισότιμο χώρο, έναν συνδυασμό «ροής» και «στάσης».

Η μελέτη περιλαμβάνει τέσσερις χαρακτηριστικούς τόπους: Η πλατεία Συντάγματος και η πλατεία Ομονοίας θα μεταβληθούν σε δυο πράσινες αστικές πλατείες, με περίοπτα και πλούσια στοιχεία νερού. Η πλατεία Αντώνη Τρίτση (πρώην Δικαιοσύνης) θα μετατραπεί σε ένα πράσινο αστικό δωμάτιο, το οποίο θα συνδυάζει μια στεγασμένη κρήνη με δραστηριότητες σε ένα σκιερό προαύλιο. Στο μέσο του ύψους της οδού Πανεπιστημίου, ένα σύνολο πρασίνου θα συνθέσει την Τριλογία σε αστικό Πάρκο.

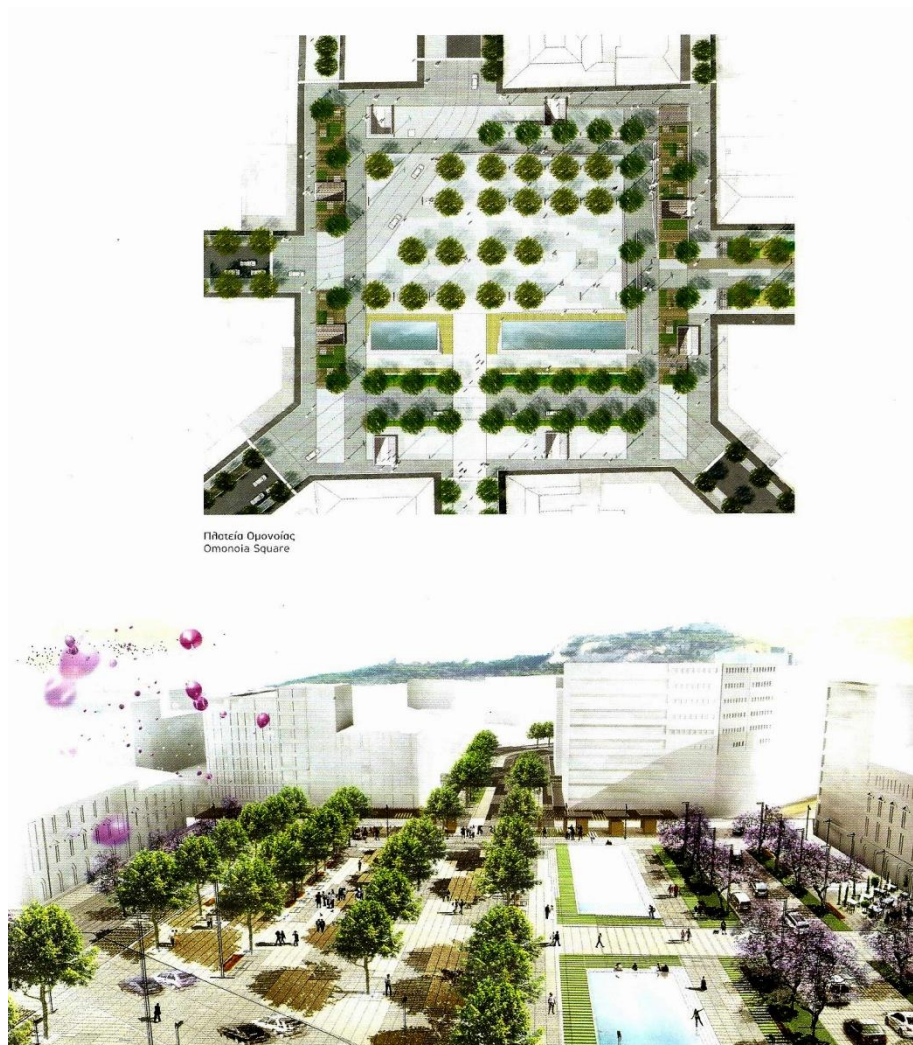


**Εικόνα 8.47:** Γενική άποψη οδός Πανεπιστημίου.



- **Σφύζουσα πόλη**

Η Πανεπιστημίου θα αλλάξει από «οδό» σε «βουλεβάρτο» με την προσθήκη φιλόξενων χώρων παραμονής στον γραμμικό χώρο. Μέσω της κατοίκησης και της μετατροπής των ισογείων, εισάγουμε την έννοια του θεάτρου των 1.000 δωματίων με βάση τα κενά κτίρια. Με την οργάνωση πολιτιστικών εκδηλώσεων και τη μετάθεση των στοιχείων, που τραβούν την προσοχή, θα δημιουργήσουμε μια νέα ζωντανή ατμόσφαιρα. Το πρόγραμμα των δραστηριοτήτων θα σχετίζονται με την ελληνική φιλοσοφία, την ελληνική επιστήμη, την ελληνική δραματουργία και την ελληνική τέχνη. Σε δημόσιους χώρους θα στηθούν μικρές ανοιχτές εξέδρες για πρωτοβουλίες υπαίθριου χώρου.



**Εικόνα 8.48:** Πλατεία Ομονοίας.

Μια «ζώνη καταπατήσεων» θα βελτιώσει τον ενεργό χαρακτήρα των προσόψεων και θα δημιουργήσουν συνδέσεις μεταξύ του δομημένου και του δημόσιου χώρου. Σε μια μικρότερη κλίμακα οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις των περιπτέρων δεν θα επικεντρωθούν στη δημιουργία μόνο εμπορικών χώρων, αλλά θα παράσχουν και εγκαταστάσεις, όπως «περίπτερα διανομής επεξεργασμένου νερού» ή μια βιβλιοθήκη παιχνιδιών. Ο διαδραστικός διακοσμητικός φωτισμός του δημόσιου χώρου θα δώσει τη σωστή ατμόσφαιρα κατά τις βραδινές ώρες.

Με τον τρόπο αυτό πιστεύουμε ότι το έργο αναβαθμίζει τον ανώνυμο χώρο της καρδιάς της Αθήνας και καταδεικνύει ότι ο σφυγμός της πόλης μπορεί να συνδεθεί με τη δημιουργία ενός πράσινου και φιλικού προς τους πεζούς άξονα, που θα συμβάλει στην ποιότητα ζωής στην πόλη.



**Εικόνα 8.49:** Πλατεία Αντώνη Τρίτη (πρώην Δικαιοσύνης).

- **Το Πάρκο «Σταύρος Νιάρχος», Αθήνα<sup>115</sup>**

Το 85% της έκτασης του ΚΠΙΣΝ θα καταλαμβάνεται από το Πάρκο Σταύρος Νιάρχος. Κεντρική ιδέα είναι η ανάπτυξή του σε μορφή λόφου, ξεκινώντας από την βορειοδυτική πλευρά του γηπέδου (την πόλη) και ανηφορίζοντας υπό μορφή παραβολικής καμπύλης προς τη βορειοδυτική πλευρά (τη θάλασσα) όπου έχουν τοποθετηθεί τα κτίρια της Εθνικής Βιβλιοθήκης και της Λυρικής Σκηνής.

Με ήπιες κλίσεις εδάφους από 2% μέχρι και 7%, στο σημείο όπου ο λόφος αναρριχάται πάνω από τα κτίρια, αποτελώντας την πράσινη στέγη τους. Συνεχίζοντας νοτιοανατολικά, ο λόφος φτάνει στο μέγιστο ύψος του (32μ.) και καταλήγει στον «Γκρεμό», μία σειρά από τοίχους αντιστήριξης που περιβάλλουν και συγκρατούν το λόφο διαμορφώνοντας ταυτόχρονα και τα όρια του Πάρκου.



**Εικόνα 8.50:** Γενική άποψη του πάρκου.

---

115

Πηγές:

1) Αρχιτεκτονικό Περιοδικό ΔΟΜΕΣ, Διεθνής Επιθεώρηση Αρχιτεκτονικής, Τεύχος 64, 7/12

2) Ούτος Ι. Παναγιώτης, (2012), « Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων πολιτιστικών χώρων. Μελέτη περίπτωσης το “ Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος ” στην περιοχή του Φαλήρου », Διπλωματική εργασία, Ε.Α.Π., Αθήνα



- ο **Διαρρύθμιση & Δραστηριότητες του Πάρκου**

Η διαρρύθμιση του πάρκου "Σταύρος Νιάρχος" ανταποκρίνεται στην διαφορετική οικολογία που υπάρχει στη Βόρεια και Νότια άκρη του πάρκου. Η Νότια άκρη του πάρκου θα επηρεάζεται από τους ανέμους, καθώς υψώνεται 32 μέτρα πάνω από την πόλη. Η σχεδίαση και επιλογή των φυτών στην περιοχή αυτή ανταποκρίνεται σε αυτές τις συνθήκες. Κάθε περιοχή του πάρκου έχει διαφορετικό κλίμα, αίσθηση και πρόγραμμα. Το βόρειο μέρος του Πάρκου περιλαμβάνει **δεντροστοιχίες για την δημιουργία σκιασμένων περιοχών για παιχνίδι και περιουλλογή**. Ο χώρος αυτός, συμπεριλαμβάνει εξειδικευμένα παιχνίδια που θα προσφέρουν την ευκαιρία για παιχνίδι στα παιδιά, ενώ ταυτόχρονα θα ενθαρρύνουν και την κοινωνική ανάπτυξη των παιδιών με την δημιουργική συνεργασία και την ανάπτυξη της περιέργειας. Στο ίδιο βόρειο μέρος του πάρκου, θα υπάρχει και ένας πλακόστρωτος χώρος.



**Εικόνα 8.51:** Γενική άποψη του πάρκου.

Η **κεντρική περιοχή** με το γρασίδι-χλοοτάπητα θα είναι κατάλληλη για συναυλίες, φεστιβάλ, για παιχνίδια, φαγητό στο ύπαιθρο και θα πλαισιώνεται σε κάθε πλευρά από δεντροστοιχίες με ελαιόδεντρα. Τα ελαιόδεντρα είναι ανθεκτικά στον άνεμο και την ξηρασία και θα προσφέρουν σκιά και έναν περιβάλλον χώρο πιο δροσερό από την περιοχή του χλοοτάπητα.

Ο **πεζόδρομος** που οδηγεί από την Βορειοανατολική γωνία και συνεχίζει προς τη Δύση θα έχει κατάλληλο πλάτος για τη διέλευση πυροσβεστικών οχημάτων και μεγάλων φορτηγών που θα μεταφέρουν τη σκηνή για τις παραστάσεις στο Κεντρικό γρασίδι-χλοοτάπητα.



**Εικόνα 8.52:** Γενική άποψη του πάρκου – πεζόδρομος.

Τα **αμφιθεατρικά σκαλοπάτια** στη Νότια άκρη του γρασιδιού-χλοοτάπητα διαμορφώνουν την κλίση του χώρου στο 5%, δημιουργώντας θέσεις για θεατές παραστάσεων και προβολής ταινιών.

Ο **Μεσογειακός Κήπος** θα έχει μεγάλη ποικιλία φυτών. Οι επισκέπτες θα μπορούν να πληροφορηθούν για την ελληνική φυτοκομική παράδοση σε έναν κήπο όπου η ρίγανη, το θυμάρι, η λεβάντα, το δενδρολίβανο και άλλα ενδημικά είδη θα έχουν την τιμητική τους.

Η περιοχή των **Δυτικών Μονοπατιών** θα περιέχει παρτέρια με οπωρολαχανικά και ένα **Λαβύρινθο** για περισυλλογή, μικρές συναυλίες και παραστάσεις θεάτρου σκιών μετά τη δύση του ήλιου. Ο Λαβύρινθος θα περιτοιχίζεται από ένα χαμηλό τοίχο και σκαλοπάτια-θέσεις για τους θεατές όπως συνηθίζεται στα παραδοσιακά Ελληνικά αμφιθέατρα.

Στην **Κορυφή** (στο δώμα του κτιρίου στάθμευσης των αυτοκινήτων), μονοπάτια θα οδηγούν τους διαβάτες προς τη θέα του κόλπου. Στο κέντρο του χώρου αυτού δέκα μεγάλα ελαιόδεντρα προσφέρουν σκιά και καθορίζουν ένα χώρο συγκέντρωσης. Το δώμα της Εθνικής Βιβλιοθήκης και μέρος του δώματος της Εθνικής Λυρικής Σκηνής θα είναι **φυτεμένο** με ένα είδος γρασιδιού που αντέχει στην ξηρασία και χρειάζεται ελάχιστο πότισμα.

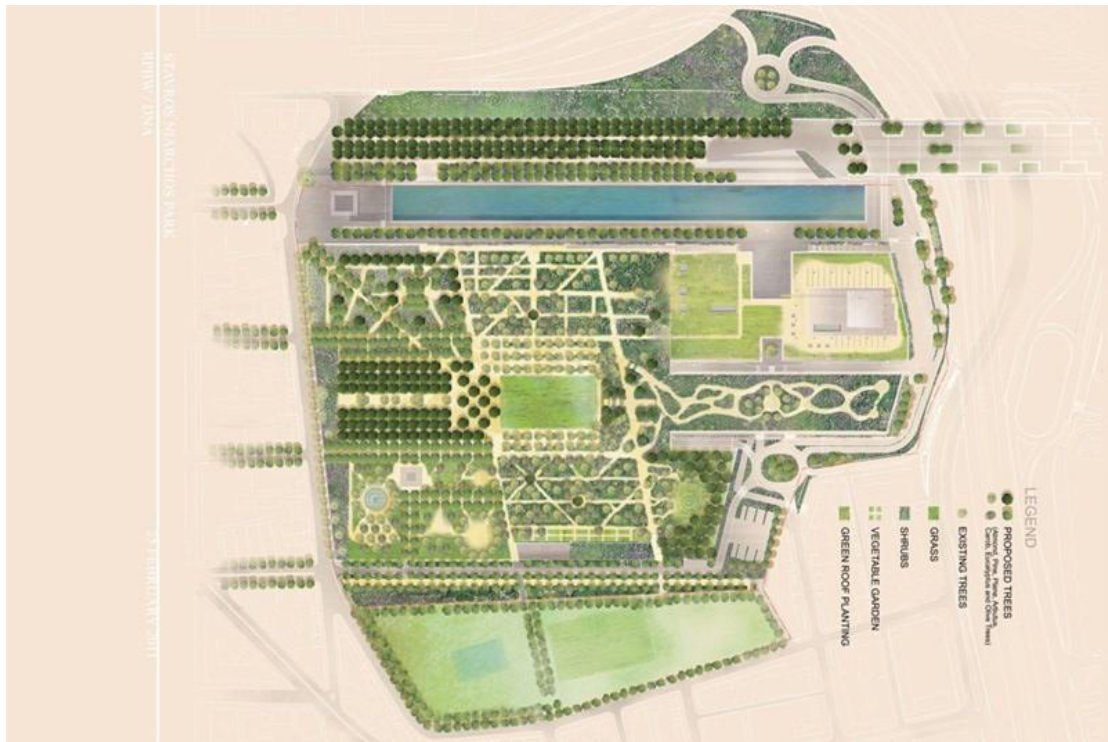
#### ○ Τα υλικά επιστρώσεων

Έχει δοθεί έμφαση στη χρήση υλικών που ευνοούν την απορρόφηση του νερού από το υπέδαφος, έτσι το μεγαλύτερο μέρος των πεζόδρομων θα είναι σταθεροποιημένο χωμάτινο δάπεδο αλλά θα υπάρχουν και κάποιοι πεζόδρομοι από σκυρόδεμα ή φυσικούς λίθους. Στην αγορά και το Κανάλι θα χρησιμοποιηθεί ανοιχτόχρωμο μάρμαρο αδρής επιφάνειας.

#### ○ Οι Φυτεύσεις

Τα φυτά του πάρκου προέρχονται όλα από το χώρο της Μεσογείου. Τα περισσότερα είδη είναι ελληνικής προέλευσης ή είδη από το εξωτερικό που ευδοκιμούν εδώ και χρόνια στο ελληνικό τοπίο. Όλα τα φυτά αντέχουν στην ξηρασία, που σημαίνει ότι ανήκουν στην κατηγορία των φυτών με μικρές υδατικές ανάγκες. Παρά τη μεγάλη ποικιλία των ενδημικών φυτών της Ελλάδας, δίνεται έμφαση στην επιλογή κατάλληλων φυτών που ευδοκιμούν στο Νότιο τμήμα της Στερεάς Ελλάδας η των νησιών.





**Εικόνα 8.53:** Φύτευση του πάρκου.

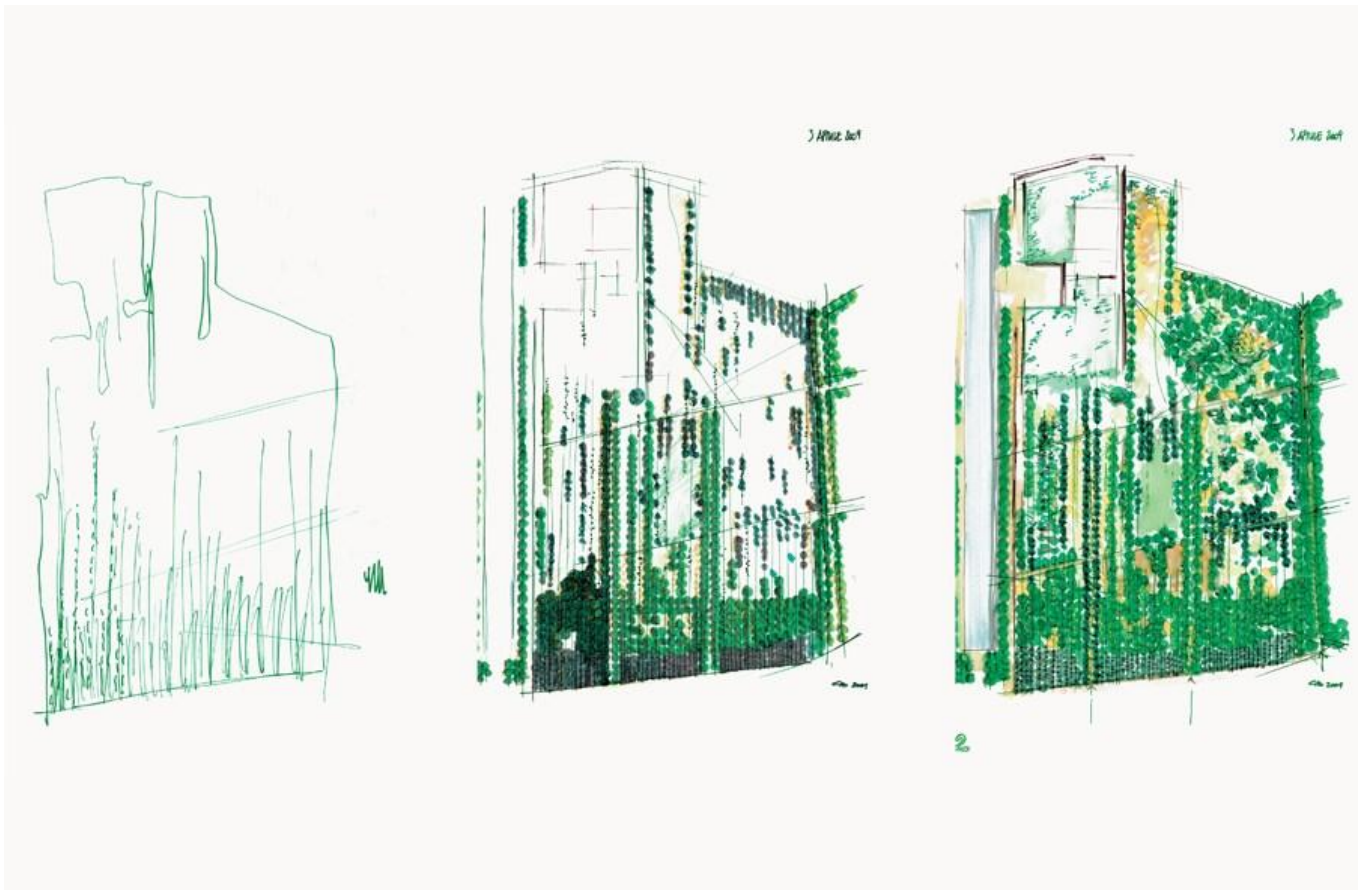
#### ✓ Δέντρα

Θα φυτευτούν πάνω από 1,000 δέντρα με ποικιλία στη μορφή και ενδιαφέρουσες εναλλαγές στη διάρκεια του χρόνου, όπως η ελιά (*olea europaea*), το κυπαρίσσι (*cypressus sempervirens*), η Αριά (*quercus ilex*), το πουργάρι (*quercus coccifera*), ο πλάτανος (*platanus orientalis*), η κουκουναριά και το πεύκο (*pinus halepensis*), η τζιτζιφιά (*ziziphus sativa*), η χαρουπιά (*ceratonia siliqua*), η αμυγδαλιά (*prunus dulcis*) και η κουμαριά (*arbutus sp* ).

Τα δέντρα θα παρέχουν σκιά, θα έχουν ένα θετικό αποτέλεσμα στο μικροκλίμα της περιοχής και θα καθαρίζουν τον αέρα του πάρκου και της γειτονιάς. Οι περισσότεροι υπάρχοντες ευκάλυπτοι θα παραμείνουν στη Βόρεια πλευρά του πάρκου και παράλληλα στην Εσπλανάδα.

### ✓ Τα φυτεμένα δώματα

Το πάρκο καλύπτει τα περισσότερα δώματα των κτιρίων και τα επιλεγμένα φυτά για αυτές τις περιοχές είναι προσαρμοσμένα στον περιβάλλοντα χώρο. Η Βιβλιοθήκη και η Λυρική έχουν μόνο 15 εκατοστά χώμα με αποτέλεσμα τα φυτά αυτής της περιοχής να είναι ξηροφυτικά. Προτείνεται η φύτευση ενδημικών χόρτων με μικρές ανάγκες άρδευσης που το καλοκαίρι θα είναι περισσότερο κίτρινα γιατί δεν θα ποτίζονται όπως το γρασίδι-χλοοτάπητας που βρίσκεται στο κέντρο του πάρκου. Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί το αίσθημα της πλαγιάς του Ελληνικού λόφου και αυτή η επιλογή φυτών θα έχει το αντίστοιχο αποτέλεσμα σε μικρό βάθος φύτευσης.



**Εικόνα 8.54:** Διάφορα είδη δένδρων – Σχεδιαστικές αρχές.

- **Σχεδιασμός Περιβάλλοντος χώρου – Βελτίωση μικροκλίματος**

Οι φυτεύσεις παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της περιβαλλοντικής συμπεριφοράς της περιοχής μελέτης. Σε αντίθεση με την παρούσα φάση που ο χώρος περιλαμβάνει μερικούς διάσπαρτους ευκάλυπτους στην περίμετρο του οικοπέδου ενώ η υπόλοιπη έκταση είναι καλυμμένη με αμμοχαλικώδη υλικά, ο τεχνητός χώρος πρασίνου που θα προκύψει θα ενσωματώνει στοιχεία ενός φυσικού τοπίου, θα είναι μια πραγματική πλαγιά λόφου.



**Εικόνα 8.55:** Γενική άποψη του πάρκου – υδάτινο στοιχείο.

Ο τρόπος με τον οποίο λήφθηκαν υπόψη τα φυσικά στοιχεία (έδαφος – φύτευση – νερό), κατά τον σχεδιασμό του έργου, στη διαμόρφωση του υπαίθριου χώρου συνοψίζεται στα παρακάτω νέα χαρακτηριστικά που εκτός των άλλων, διαμορφώνουν και τις συνθήκες μικροκλίματος της περιοχής:

- ✓ **Δροσισμός του αέρα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.** Περισσότερα από χίλια δέντρα θα απορροφούν νερό το οποίο θα εξατμίζεται καταναλώνοντας τη σχετική ενέργεια και αποδίδοντας υγρασία στην ατμόσφαιρα μειώνοντας τη θερμοκρασία στο κοντινό οικιστικό περιβάλλον.
- ✓ **Σκίαση του εδάφους με συνέπεια** τη μείωση της απορροφούμενης ηλιακής ενέργειας που αποδιδόμενη στην ατμόσφαιρα συμβάλλει στο φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Ταυτόχρονα αντιμετωπίζεται το φαινόμενο της θάμβωσης που προκαλείται από τα ανοιχτόχρωμα υφιστάμενα αμμοχαλικώδη υλικά.
- ✓ **Προστασία από τους ανέμους και την ξηρασία** που αυτοί προκαλούν χαμηλά στο έδαφος μέσω της θαμνοφύτευσης αλλά και ανάσχεση των ισχυρών ανέμων από τις δενδροστοιχίες που διατάσσονται γραμμικά σε διαφορετικές διευθύνσεις από τον άξονα Βορρά -Νότου κατά τον οποίο πνέουν οι άνεμοι στην περιοχή.
- ✓ **Φιλτράρισμα της ατμόσφαιρας** από μικροσωματίδια κυκλοφοριακών ρύπων αλλά και από την αιωρούμενη σκόνη που λόγω της επιβράδυνσης των ανέμων, επικάθεται στο φύλλωμα των δένδρων και ξεπλένεται με την πρώτη βροχή.
- ✓ **Το υδάτινο Κανάλι** καλύπτοντας 12.000 τ.μ. θα απορροφά μεγάλα ποσά ηλιακής ενέργειας χάρη στη μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού, ενώ παράλληλα θα δροσίζει την ατμόσφαιρα. Επίσης θα χρησιμεύει σαν λεκάνη ανάσχεσης των νερών της βροχής σε περιόδους δυνατών βροχοπτώσεων λειτουργώντας ως αντιπλημμυρικό έργο. Σα στοιχείο δροσισμού θα λειτουργούν και τα σιντριβάνια στη βόρεια πλευρά του Πάρκου.
- ✓ Εξασφαλίζονται **συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης** για τους επισκέπτες του Πάρκου σε όλα τα σημεία κίνησης – στάσης.
- ✓ **Η διαμόρφωση του εδάφους** στο βόρειο τμήμα είναι σχεδιασμένη για να λειτουργεί σαν λεκάνη κατακράτησης ώστε σε διαστήματα δυνατών βροχοπτώσεων τα νερά να αποστραγγίζουν με αργότερο ρυθμό από το πάρκο. Η **χρήση υδατοπερατών υλικών** στους περισσότερους πεζόδρομους (συμπυκνωμένο χώμα) για την σταδιακή απορρόφηση του νερού συμβάλλει

επίσης προς αυτή την κατεύθυνση. Οι ήπιες κλίσεις αποτρέπουν εδαφικές διαβρώσεις.

- ✓ Οι **ανάγκες νερού για την άρδευση** του πάρκου θα καλύπτονται **από μη πόσιμο νερό**. Αυτό επιτυγχάνεται με νερό γεωτρήσεων, βρόχινο νερό καθώς και γκρι και μαύρο νερό. Θα υπάρχει **σύστημα συλλογής και επεξεργασίας των λυμάτων** ώστε το νερό να επαναχρησιμοποιείται. Το μαύρο νερό μετά την επεξεργασία θα αποθηκεύεται σε δεξαμενή χωρητικότητας 160 μ3 για ανάγκες πυρόσβεσης ενώ το γκρί νερό θα χρησιμοποιείται για πότισμα. Για το κανάλι θα χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό από γεωτρήσεις.
- ✓ Τα **φυτεμένα δώματα** της Λυρικής, του κτιρίου στάθμευσης αυτοκινήτων και της Βιβλιοθήκης βοηθούν επίσης στη σταδιακή απορρόφηση του νερού ενώ ταυτόχρονα **λειτουργούν θερμομονωτικά**. Το δώμα της Εθνικής Βιβλιοθήκης και μέρος του δώματος της Εθνικής Λυρικής Σκηνής θα είναι φυτεμένο με ένα είδος γρασιδιού που αντέχει στην ξηρασία και χρειάζεται ελάχιστο πότισμα.
- ✓ Η **διάταξη των δένδρων** δημιουργεί ασπίδα **ηχοπροστασίας** από τα αυξημένα επίπεδα θορύβου που παρατηρούνται στην περιοχή λόγω των μεγάλων λεωφόρων ταχείας κυκλοφορίας που περιβάλλουν το οικόπεδο.
- ✓ Το **πράσινο μειώνει σημαντικά την ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας** που προσπίπτει στο έδαφος.



**Εικόνα 8.56:** Εθνική Λυρική Σκηνή.



- Βιοκλιματική αναβάθμιση της ευρύτερης περιοχής πλατείας Χρηματιστηρίου, Θεσσαλονίκη<sup>116</sup>

- Γενικά

Η περιοχή ανάπλασης του έργου «Έργο βιοκλιματικής αναβάθμισης της ευρύτερης περιοχής πλατείας Χρηματιστηρίου» περιλαμβάνει ένα σημαντικό τμήμα του παλιού εμπορικού και επιχειρηματικού κέντρου όπως αυτή διαμορφώθηκε τους τελευταίους αιώνες.

Ειδικότερα η περιοχή παρέμβασης περικλείεται από τις οδούς, Εγνατία, Ίωνος Δραγούμη, Τσιμισκή και Δωδεκανήσου, μία περιοχή 106 στρ. και περιλαμβάνει του παλιούς εμπορικούς πυρήνες της οδού Αγίου Μηνά, Εδέσσης και Βίκτ. Ουγκώ και τις πλατείες Εμπορίου και Χρηματιστηρίου.



**Εικόνα 8.57:** Περιοχή ανάπλασης στην Θεσσαλονίκη.

---

<sup>116</sup> Πηγή:

[http://centresearchitecture.thessaloniki.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=356%3A2013-12-05-12-14-19&catid=23%3Adimopratisiseis&Itemid=722&lang=el](http://centresearchitecture.thessaloniki.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=356%3A2013-12-05-12-14-19&catid=23%3Adimopratisiseis&Itemid=722&lang=el)



Το έργο αποτελεί το 1ο Υποέργο της Πράξης «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΗΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ ΧΡΗΜΑΤΙΣΤΗΡΙΟΥ (ΠΕΡΙΚΛΕΙΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ, ΤΣΙΜΙΣΚΗ, Ι.ΔΡΑΓΟΥΜΗ, ΕΓΝΑΤΙΑ)» **στα πλαίσια του Επιχειρησιακού προγράμματος του ΥΠΕΚΑ, «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη»** στον Άξονα Προτεραιότητας «Προστασία Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος-Αντιμετώπιση Κλιματικής Αλλαγής- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» στην κατηγορία πράξης «Βιοκλιματικές Αστικές αναβαθμίσεις Δημόσιων ανοικτών χώρων», με Ενδιάμεσο Φορέα Διαχείρισης το ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας) και χρηματοδοτείται από το Ταμείο Συνοχής και έχει κωδικό αριθμό στο ΟΠΣ ΕΡΓΟΡΑΜΑ 376511.

ο **Στόχοι Παρέμβασης**

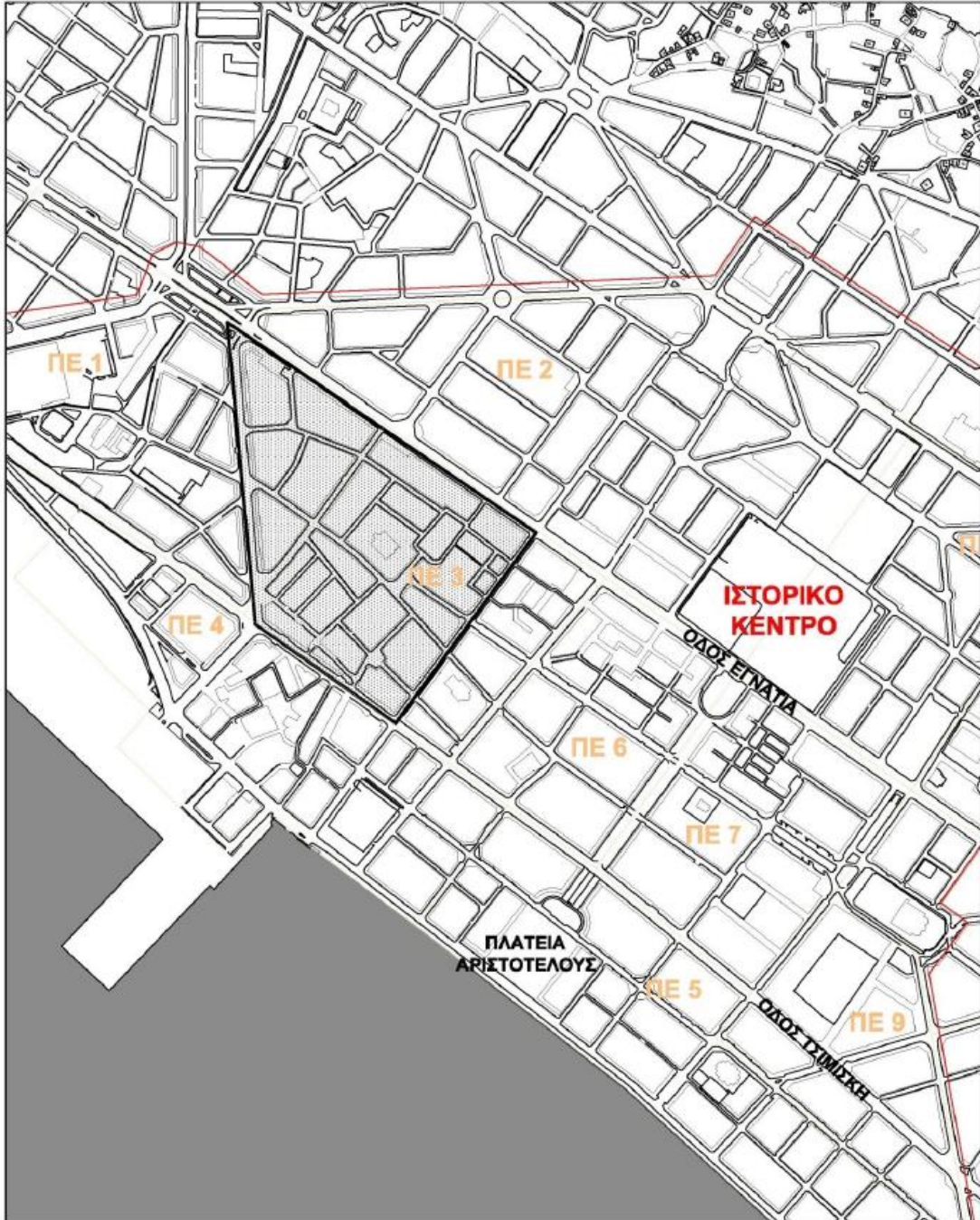
Οι στόχοι παρέμβασης της βιοκλιματικής ανάπλασης της περιοχής Χρηματιστηρίου είναι:

**α. Βιώσιμη επίλυση αστικής κυκλοφορίας στην πόλη:** περιλαμβάνει δύο όψεις, αφενός τη διευκόλυνση της κυκλοφορίας πεζών και οχημάτων κι αφετέρου την ασφαλή διάβαση από την περιοχή όλες τις ώρες, χωρίς απειλές από φαινόμενα παραβατικότητας. Η πεζοδρόμηση παράλληλα με αναγκαίες κυκλοφοριακές ρυθμίσεις, η φωταγώγηση των δρόμων και η τόνωση της αγοραίας κίνησης πρωί και βράδυ είναι ενέργειες που εξυπηρετούν και διασφαλίζουν και τις δύο όψεις του συγκεκριμένου στόχου.

**β. Αναβάθμιση του φθίνοντος αστικού κέντρου:** στη συγκυρία της οικονομικής κρίσης η αναζωογόνηση φθινουσών περιοχών του κέντρου έχει υπερτοπική κοινωνική σημασία καθώς αποτελεί παραδοσιακή εμπορική περιοχή, με πλήθος εργαζομένων από όλο το εύρος της πόλης (στα εμπορικά και στις βιοτεχνίες ρουχισμού), αλλά και εστία παραδοσιακών επιχειρηματιών της πόλης. Ταυτόχρονα η αναβάθμιση θα προσελκύσει και δραστηριότητες αναψυχής που αφορούν κυρίως τη νεολαία.

**γ. Καταφύγιο κατά τις θερμικές κορυφώσεις:** η Θεσσαλονίκη είναι ένα μητροπολιτικό κέντρο που αντιμετωπίζει ενίοτε φαινόμενα καύσωνα. Η βιοκλιματική ανάπλαση μιας περιοχής 110 στρεμμάτων θα προσθέσει ένα

πόλο ανακούφισης στο κέντρο της πόλης. Οι διαθέσιμες σήμερα εκτάσεις για τέτοιο σκοπό είναι σχετικά περιφερειακές (νέα παραλία, πανεπιστημιούπολη ΑΠΘ, εγκαταστάσεις Διεθνούς Έκθεσης, δάσος Χιλίων Δέντρων), λόγω και της περιορισμένης ύπαρξης αστικών πράσινων χώρων.



**Εικόνα 8.58:** Θέση περιοχής μελέτης εντός ιστορικού κέντρου και Ά Δημοτικής κοινότητας.

ο **Αρχιτεκτονικές προτεραιότητες**

Οι σημαντικότερες αρχιτεκτονικές προτεραιότητες, όπως φαίνεται στο σχέδιο της μελέτης ανάπλασης επικεντρώνονται στην περιοχή μεταξύ των οδών Εγνατία, Λέοντος Σοφού, Φράγκων, Β. Ουγκώ, Τσιμισκή και Ζραγούμη, όπου βρίσκονται και τα περισσότερα χαρακτηρισμένα διατηρητέα κτίρια.

Οι επεμβάσεις αναλύονται λεπτομερέστερα ως εξής:

- ✓ Η ενοποίηση περιοχών και κοινόχρηστων χώρων όπως της πλατείας Χρηματιστηρίου με την πλατεία Εμπορίου και η προτεραιότητα στη χρήση τους από τους πεζούς.
- ✓ Η παροχή δυνατότητας πρόσβασης και χρήσης, των σημαντικότερων τμημάτων της περιοχής ανάπλασης από τα άτομα ΑΜΕΑ.
- ✓ Η αποτροπή διέλευσης μεγάλου αριθμού οχημάτων, πλην αυτών έκτακτης ανάγκης και φορτοεκφόρτωσης.
- ✓ Η απαγόρευση της μόνιμης στάθμευσης οχημάτων, με την παράλληλη πρόβλεψη δημιουργίας θέσεων προσωρινής στάθμευσης και φορτοεκφόρτωσης.
- ✓ Η δημιουργία Πολιτιστικής διαδρομής με στόχο την ανάδειξη της ιστορικότητας της περιοχής και των διατηρητέων κτισμάτων .
- ✓ Η δημιουργία ποιοτικού και αναβαθμισμένου χώρου, που θα κατοχυρώνει το αίσθημα της ασφάλειας και θα αποτρέπει τη δημιουργία εστιών παραβατικότητας.
- ✓ Η δημιουργία ενός σύγχρονου εμπορικού κέντρου με καταστήματα και επιχειρήσεις μικρής και μεσαίας κλίμακας στο κέντρο της πόλης.
- ✓ Η διατήρηση και υποστήριξη των εμπορικών λειτουργιών της περιοχής, όπως λιανικό και χοντρικό εμπόριο, οι μικρές βιοτεχνίες, προβλέποντας παράλληλα χώρους φορτοεκφόρτωσης και διακίνησης των εμπορευμάτων.
- ✓ Η προτροπή αναβάθμισης των υφισταμένων κτιρίων μέσω της γενικότερης ανάπλασης και τη μετατροπή τους από αποθηκευτικούς χώρους, σε άλλες χρήσεις κεντρικών λειτουργιών αστικού ιστού όπως γραφεία, κατοικίες, χρήσεις εκπαίδευσης και αναψυχής.



**Εικόνα 8.59:** Πίδακες σε σειρά και επιστύλιοι ανεμιστήρες, προβάλλουν την προοπτική θέα προς το ιστορικό κτίριο του Χρηματιστηρίου.

ο **Τρόποι Παρέμβασης**

**Γενικές αρχιτεκτονικές διευθετήσεις**

Οι αρχές σχεδιασμού της μελέτης έχουν ως γνώμονα την αναβάθμιση του αστικού χώρου ενώ οι προτεινόμενες παρεμβάσεις διαμορφώθηκαν σε συνεργασία της Δ/σης Μελετών Αρχιτεκτονικών Έργων με τους εμπλεκόμενους φορείς.

Οι βασικές αρχές σχεδιασμού είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Νέες κυκλοφοριακές ρυθμίσεις και επέκταση του δικτύου πεζοδρομήσεων στο οποίο κατ' εξαίρεση θα επιτρέπεται η κυκλοφορία οχημάτων άμεσης ανάγκης καθώς και των οχημάτων φορτοεκφόρτωσης συγκεκριμένες ώρες της ημέρας. Επίσης προβλέπεται η απαγόρευση της μόνιμης στάθμευσης οχημάτων, με την παράλληλη πρόβλεψη δημιουργίας θέσεων προσωρινής στάθμευσης και φορτοεκφόρτωσης.
- ✓ Ειδικότερα, όπως προβλέπεται και στην κυκλοφοριακή μελέτη που εκπονήθηκε από τη Δ/ση Κυκλοφορίας του Ζήμου Θεσσαλονίκης, πεζοδρομούνται, η οδός Αγίου Μηνά, η οδός Εδέσσης, οι οδοί Ηρώδου



Αττικού και Ερνέστου Εμπράρ η οδός Ολυμπίου Ζιαμαντή από την οδό Κατούνη μέχρι την οδό Βίκτωρος Ουγκώ, η οδός Συγγρού, η οδός Βηλαρά μέχρι την οδό Καθολικών, η οδός Πάικου και το σύμπλεγμα της οδού Καποδιστρίου.

- ✓ Ενιαία αντιμετώπιση όσον αφορά το διαμορφωμένο πλάτος των οδών που κυμαίνεται από 3 μέχρι 4 μέτρα στους μονόδρομους και από 6,00 μέχρι 6,65 το τμήμα της Λέοντος Σοφού που έχει διπλή κατεύθυνση. Με τις νέες αυτές διαστάσεις των οδών, διασφαλίζεται η συνεχόμενη ροή των οχημάτων και αποτρέπεται η «προσωρινή» στάση - στάθμευση στη μέση των οδών.



**Εικόνα 8.60:** Ανεμιστήρας αναρτημένος από τετραέριστη αψίδα.

- ✓ Δημιουργία συγκεκριμένων θέσεων στάθμευσης και φόρτο-εκφόρτωσης εμπορευμάτων και μέριμνα για την διευκόλυνση λειτουργίας των υφιστάμενων οργανωμένων χώρων parking.
- ✓ Διεύρυνση των πεζοδρομίων και προστασία τους με εμπόδια σε όλο το μήκος τους.
- ✓ Δημιουργία δύο πλατειών, που εκτός από τις ιστορικές ονομασίες, Πλατεία Χρηματιστηρίου και Εμπορίου θα αποτελούν και ουσιαστικούς δημόσιους

χώρους, σημεία έλξης και όχι χώρους στάθμευσης όπως ήταν μέχρι σήμερα. Έμμεσο αποτέλεσμα της προσέλκυσης κόσμου θα είναι η εμπέδωση του αισθήματος ασφάλειας και η κατοχύρωση του δημόσιου χαρακτήρα τους.

- ✓ Στα πλαίσια αναβάθμισης της περιοχής, επιχειρείται η διαχείριση των απορριμμάτων που παράγονται, με την εγκατάσταση συστήματος υπόγειων κάδων που είναι αθέατοι και σέβονται απόλυτα το περιβάλλον. Συγκεκριμένα στην μελέτη προβλέπονται 20 θέσεις για την τοποθέτηση τους και η εκσκαφή τους έχει αδειοδοτηθεί από την αρμόδια αρχαιολογική υπηρεσία.
- ✓ Προτείνεται νέος ενιαίος αστικός φωτισμός με συνδυασμό φωτιστικών ιστού και κρεμαστών φωτιστικών στους στενούς δρόμους. Ο νέος αυτός φωτισμός θα συμβάλλει στην εξασφάλιση ασφαλέστερου περιβάλλοντος και θα αποτρέψει τη δημιουργία εστιών παραβατικότητας.
- ✓ Οι βιοκλιματικές επεμβάσεις στην περιοχή περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και την αντικατάσταση των επικαλύψεων των δαπέδων με ψυχρά υλικά και σημειακά την αντικατάσταση του σκληρού δαπέδου με σταθεροποιημένο χώμα. Τα ψυχρά υλικά προτείνονται στα πεζοδρόμια αλλά και στους άξονες κίνησης οχημάτων στις περισσότερες οδούς της περιοχής με εξαίρεση τον άξονα των πλατειών Χρηματιστηρίου και Εμπορίου όπου τοποθετούνται πέτρινα δάπεδα λόγω του ιστορικού χαρακτήρα της συγκεκριμένης αστικής περιοχής.

Ειδικότερα προτείνονται οι τσιμεντοκυβόλιθοι ψυχρού πιστοποιημένου, βιομηχανικού, εμπορικού προϊόντος, χρώματος γκρι σκούρο ή ανοιχτό, με δείκτη ανακλαστικότητας μεγαλύτερου ή ίσου του SR 0,67 και συντελεστή εκπομπής μεγαλύτερου ή ίσου IE 0,89 και οι τσιμεντόπλακες ψυχρού πιστοποιημένου, βιομηχανικού, εμπορικού προϊόντος, λευκές και γκρι σκούρο (καλντερίμι) με ανακλαστικότητα μεγαλύτερου ή ίσου SR 0,68 και 0,52 αντίστοιχα και συντελεστή εκπομπής IE μεγαλύτερου ή ίσου 0,92 και 0,89 αντίστοιχα.





**Εικόνα 8.61:** Άποψη από την περιοχή επέμβασης.

Στους δρόμους όπου διατηρείται ως έχει η κυκλοφορία οχημάτων προτείνεται άσφαλτος ψυχρού τύπου και συγκεκριμένα η εφαρμογή πιστοποιημένου, βιομηχανικού, εμπορικού προϊόντος με ανακλαστικότητα SR μεγαλύτερου ή ίσου 0,37 και συντελεστή εκπομπής IE μεγαλύτερου ή ίσου 0,89.

Στο κέντρο της πλατείας Εμπορίου προτείνεται δάπεδο από σταθεροποιημένο χώμα, βιομηχανικού, εμπορικού προϊόντος, πιστοποιημένο ως ψυχρό υλικό, με ανακλαστικότητα μεγαλύτερου ή ίσου 0,30 και συντελεστή εκπομπής μεγαλύτερου ή ίσου 0,98.

Η πολιτιστική διαδρομή θα υποδειχθεί με κόκκινη πέτρα.

- ✓ Θα τοποθετηθούν σιντριβάνια πιδάκων και νεροκουρτίνες για την επίτευξη των στόχων της βιοκλιματικής ανάπλασης.



Εικόνα 8.62: Σχέδιο διαμόρφωσης.



ο Σημερινή κατάσταση<sup>117</sup>



**Εικόνα 8.63-8.64:** Πίδακες σε σειρά και επιστύλιοι ανεμιστήρες.

<sup>117</sup> Πηγές εικόνων:  
<http://www.typosthes.gr>  
<http://parallaximag.gr>  
<http://press724.gr>  
<https://www.mediamuse.gr>



**Εικόνα 8.65:** Σιντριβάνι με πίδακες νερού.



**Εικόνα 8.66:** Ανεμοστήρας αναρτημένος από τετραέριστη αψίδα.





Εικόνα 8.67-8.68: Στέγαστρα και ανεμιστήρες.





## Κεφάλαιο 9: Συμπεράσματα

Όλοι οι παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως για να βελτιώσουν τις συνθήκες του περιβάλλοντα χώρου θα πρέπει να εφαρμοστούν με τον κατάλληλο τρόπο. Πιο συγκεκριμένα:

- **Μεγιστοποίηση της επιφάνειας της χαμηλής φύτευσης (γρασίδι, θάμνοι).**  
Με την μεγαλύτερη χρήση επιφάνειας πρασίνου η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό διαχέεται λόγω του εδάφους ή απορροφάται, ενώ οι επιφανειακές θερμοκρασίες και η θερμοκρασία του αέρα παραμένει σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, βελτιώνοντας έτσι το αίσθημα της θερμικής άνεσης.
- **Η κατάλληλη φύτευση σε έναν εξωτερικό χώρο** μπορεί να βοηθήσει αφ' ενός για την προστασία του από τους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους και αφ' ετέρου την ενίσχυση του δροσισμού τους καλοκαιρινούς μήνες. Ως κατάλληλη φύτευση εννοούνται τα δένδρα με πυκνά φυλλώματα τα οποία θα εμποδίσουν τους ισχυρούς ανέμους να εισχωρήσουν μέσα στον χώρο, επομένως θα πρέπει να τοποθετούνται στην πλευρά με τους επικρατέστερους χειμερινούς ανέμους.
- **Η χρήση στοιχείων νερού (σιντριβάνια, τεχνητές λίμνες, ποτάμια κ.λπ.)** σε συνδυασμό με την επικρατούσα κατεύθυνση των καλοκαιρινών αέριων ρευμάτων βοηθάει στην μείωση της θερμοκρασίας με δυο τρόπους. Πρώτον καθώς η ακτινοβολία προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια του νερού αυτό εξατμίζεται απορροφώντας έτσι την θερμότητα και μειώνοντας τη θερμοκρασία του αέρα και δεύτερον, μειώνεται το εμβαδόν του εδάφους όπου η προσπίπτουσα ακτινοβολία απορροφάται και στην συνέχεια αντανακλάται. Η χρήση του υγρού στοιχείου έχει σαν στόχο τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- **Χρήση σκιάστρων ανάλογα με τον προσανατολισμό**, όπως πέργκολες με περσίδες που δημιουργούν σκίαση το καλοκαίρι και ηλιασμό το χειμώνα, τέντες, κάθετα πετάσματα (από συστάδες δένδρων ή οικοδομικών στοιχείων).

- **Χρήση ειδικού υλικού επίστρωσης του περιβάλλοντος χώρου** μικρής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία και μεγάλης ικανότητας εκπομπής θερμότητας όπως ψυχρά υλικά, κεραμικά πλακίδια, μαρμάρινες πλάκες, σκυρόδεμα σε ανοιχτές αποχρώσεις έτσι ώστε να μειωθεί η αυξημένη θερμοκρασία του εδάφους εξομαλύνοντας το φαινόμενο της θερμικής νήσου.
- Η αρχιτεκτονική οφείλει να συμβάλλει στην βελτίωση της ανάπτυξης και να ωθεί προς την αειφορία και στην επίτευξη συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης. **Αξιοποιώντας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στους δημόσιους χώρους** στοχεύει προς την κατεύθυνση αυτή.

Για να καταλάβουμε καλύτερα ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός πρέπει να αντιμετωπισθεί με αρχιτεκτονικά κριτήρια, οφείλουμε να συσχετίσουμε την ποιότητα ζωής στην πόλη με την ιδιαίτερη σημασία των συνθηκών του μικροκλίματος, των τρόπων κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων καθώς και την διαμόρφωση των υπαίθριων χώρων.

**Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός οφείλει να στηρίζεται σε:**

- Αποφυγή πολύπλοκων συστημάτων.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής σε συνδυασμό με το χαμηλό, κατά το δυνατόν αρχικό κόστος.
- Επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας με κατάλληλο σχεδιασμό των συστημάτων.
- Σωστή και έγκυρη ενημέρωση των χρηστών για τη λειτουργία των μηχανισμών εξοικονόμησης ενέργειας.
- Ασφάλεια, εξυπηρέτηση και άνεση αυτών που χρησιμοποιούν τον χώρο.

Το πρόβλημα του υπερπληθυσμού του πλανήτη, που ολοένα και διογκώνεται, μας υποχρεώνει να είμαστε πολύ πιο ευαίσθητοι όσον αφορά στην κατανάλωση πεπερασμένων ενεργειακών πόρων για την εξασφάλιση συνθηκών άνετης διαβίωσης στις πόλεις μας. Αν και μεγαλύτερο βάρος έχει δοθεί στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων, είναι αρκετά σημαντικό να αναπτυχθεί ο βιοκλιματικός και αειφορικός σχεδιασμός των δημόσιων χώρων, μιας και ένα πιο φιλόξενο

εξωτερικό περιβάλλον συμβάλλει στην απαίτηση λιγότερης ενέργειας για θέρμανση ή δροσισμό στο εσωτερικό των κτιρίων.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των δημόσιων χώρων εξασφαλίζει πολύ πιο ανθρώπινες συνθήκες παραμονής σε αυτόν των πολιτών, άρα και πιο μακροχρόνια και ουσιαστική χρήση του. Οι αρχιτέκτονες οφείλουν να εντάξουν στις επιδιώξεις τους την ανάγκη σχεδιασμού περιβαλλοντικά φιλικών δημόσιων χώρων, από το επίπεδο της γενικής ιδέας και σύνθεσης μέχρι και το επίπεδο των υλικών.



## **ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΝΟΤΗΤΑ**

**Μελέτη περίπτωσης: Ανάπλαση της πλατεία Γεωργίου  
στην Πάτρα**





# Κεφάλαιο 1: Η Πάτρα και η περιοχή μελέτης (Πλατεία Γεωργίου Α')

## 1.1 Η Πάτρα σήμερα<sup>118</sup>



**Εικόνα 1.1:** Πάτρα. Εικόνα από ελικόπτερο<sup>119</sup>.

Η Πάτρα είναι η τρίτη μεγαλύτερη πληθυσμιακά πόλη της Ελλάδας, πρωτεύουσα του Νομού Αχαΐας, της περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας και το μεγαλύτερο αστικό κέντρο και λιμένας της Πελοποννήσου με μεγάλη εμπορική και βιομηχανική ανάπτυξη και αξιόλογη πολιτιστική δραστηριότητα.

Αποκαλείται «Πύλη της Ελλάδος προς τη Δύση» καθώς το λιμάνι της – ένα από τα μεγαλύτερα της χώρας – είναι κομβικό σημείο για το εμπόριο και την επικοινωνία με την Ιταλία, καθιστώντας την πόλη ένα διεθνές εμπορικό κέντρο. Τα σημαντικότερα εμπορικά προϊόντα της Πάτρας, και αυτά για τα οποία

---

<sup>118</sup> Πηγή κειμένου: [Κατσαμπούλας Α., (2011) ]

<sup>119</sup> Πηγή εικόνας: [Κατσαμπούλας Α., (2011), σελ.7 ]

περηφανεύεται είναι η σταφίδα, το ούζο, η τεντούρα (η οποία είναι ένα παραδοσιακό ηδύποτο), τα λουκούμια και τα κρασιά με αρχόντισσα στο είδος της την Μαυροδάφνη.

Η Πάτρα είναι επίσης το διοικητικό, εκκλησιαστικό, στρατιωτικό, και νοσοκομειακό κέντρο της Δυτικής Ελλάδος. Σημαντική ώθηση στην ανάπτυξη της πνευματικής κίνησης δίνουν τα 2 πανεπιστήμια, το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα και τα συνδεδεμένα με αυτά ερευνητικά ινστιτούτα, που την καθιστούν επιστημονικό κέντρο με εξαιρετικές επιδόσεις στην τεχνική εκπαίδευση.

Η πόλη καυχιέται και για το μεγαλύτερο ευρωπαϊκό, μεσογειακού τύπου καρναβάλι της με κύρια γνωρίσματα τα μεγάλα σατιρικά άρματα, τους θεαματικούς χορούς και τις παρελάσεις. Η τοπική πολιτιστική σκηνή ξεχωρίζει στις θεατρικές και τις πλαστικές τέχνες και τη σύγχρονη αστική λογοτεχνία. Αποκορύφωμα για τον πολιτισμό της πόλης ήταν η ανάδειξή της ως “Πολιτιστική πρωτεύουσα της Ευρώπης” για το 2006.

## **1.2 Γεωγραφικός Προσδιορισμός<sup>120</sup>**

Η Πάτρα βρίσκεται 216χλμ. Δυτικά της Αθήνας, στα βορειοδυτικά παράλια της Πελοποννήσου, στους πρόποδες του Παναχαϊκού όρους και βρέχεται από τον Πατραϊκό κόλπο. Λόγω της γεωγραφικής της θέσης βρίσκεται στο κέντρο ενός τριγώνου Ολυμπία – Δελφοί – Επίδαυρος και γίνεται πέρασμα λόγω του λιμανιού της. Η υπερσύγχρονη γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου ενώνει την Πελοπόννησο με τη Δυτική Στερεά Ελλάδα και την Ήπειρο και τα μεγάλα επιβατηγά – οχηματαγωγά πλοία συνδέουν τα Ιόνια νησιά και την Ιταλία με την ηπειρωτική Ελλάδα.

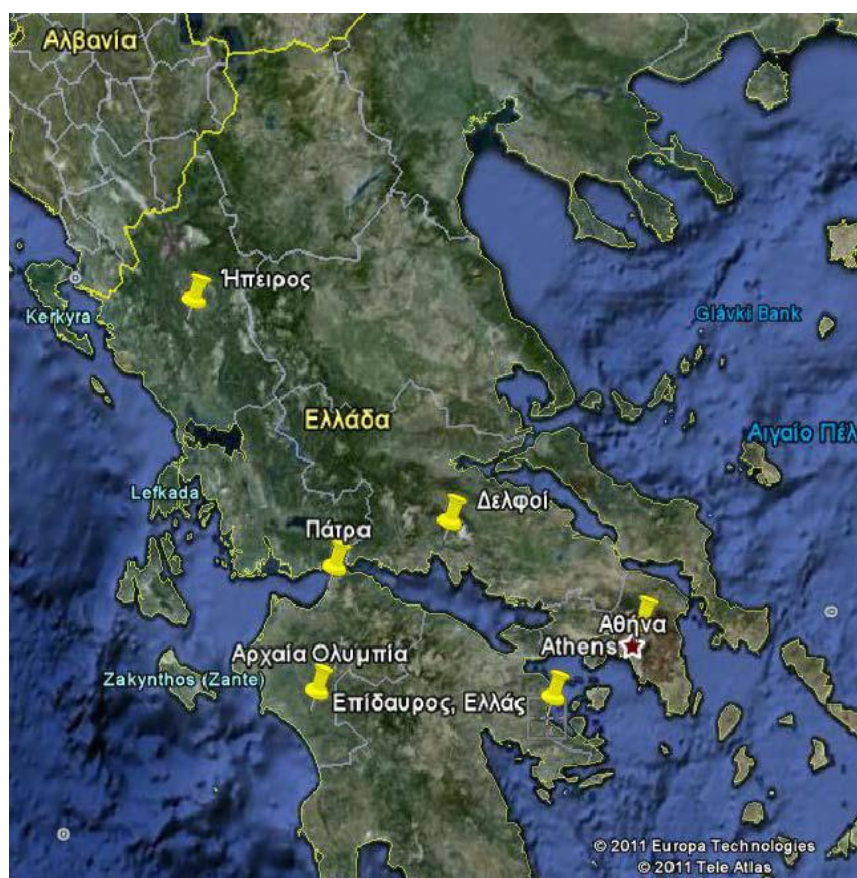
Η περιοχή έχει ευχάριστο μεσογειακό κλίμα με σχετικά δροσερά, αλλά υγρά καλοκαίρια και πολύ ήπιους χειμώνες. Οι σεισμικές δραστηριότητες στην περιοχή είναι πολύ έντονες δημιουργώντας χιλιάδες μικροσεισμούς κάθε χρόνο, αλλά και

---

<sup>120</sup> Πηγή κειμένου: [Κατσαμπούλας Α., (2011) ]

πιο έντονους της τάξης των 6,5 Richter σχεδόν κάθε 2 χρόνια και 7,5 Richter κάθε 10 χρόνια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η βύθιση της αρχαίας πόλης Ελίκης το 373π.Χ. ούσα πρωτεύουσα της Αχαϊκής Κοινοπολιτείας.

Ένα κεντρικό χαρακτηριστικό της αστικής γεωγραφίας της Πάτρας είναι η διαίρεσή της στην Άνω και Κάτω πόλη, που συνδέονται μεταξύ τους με σκάλες. Αυτό είναι αποτέλεσμα μιας αλληλεπίδρασης ανάμεσα στη φυσική γεωγραφία της περιοχής και του μοντέλου ανθρώπινης κατοίκησης. Η Κάτω πόλη, η οποία περιλαμβάνει τον αστικό πυρήνα του 19<sup>ου</sup> αιώνα και το λιμάνι, βρίσκεται δίπλα στη θάλασσα και απλώνεται μεταξύ των εκβολών των ποταμών Γλαύκου και Χάραδρου και είναι χτισμένη πάνω σε ένα αρχικά ποταμογενές και ελώδες έδαφος, ενώ η Άνω Πόλη καλύπτει την περιοχή των παλαιότερων οικισμών, γύρω από το φρούριο, πάνω στις δυτικότερες υπώρειες του Παναχαϊκού όρους πριν τον Πατραϊκό κόλπο.



**Εικόνα 1.2:** Η θέση της Πάτρας σε σχέση με άλλες σημαντικές περιοχές της Ελλάδας.<sup>121</sup>

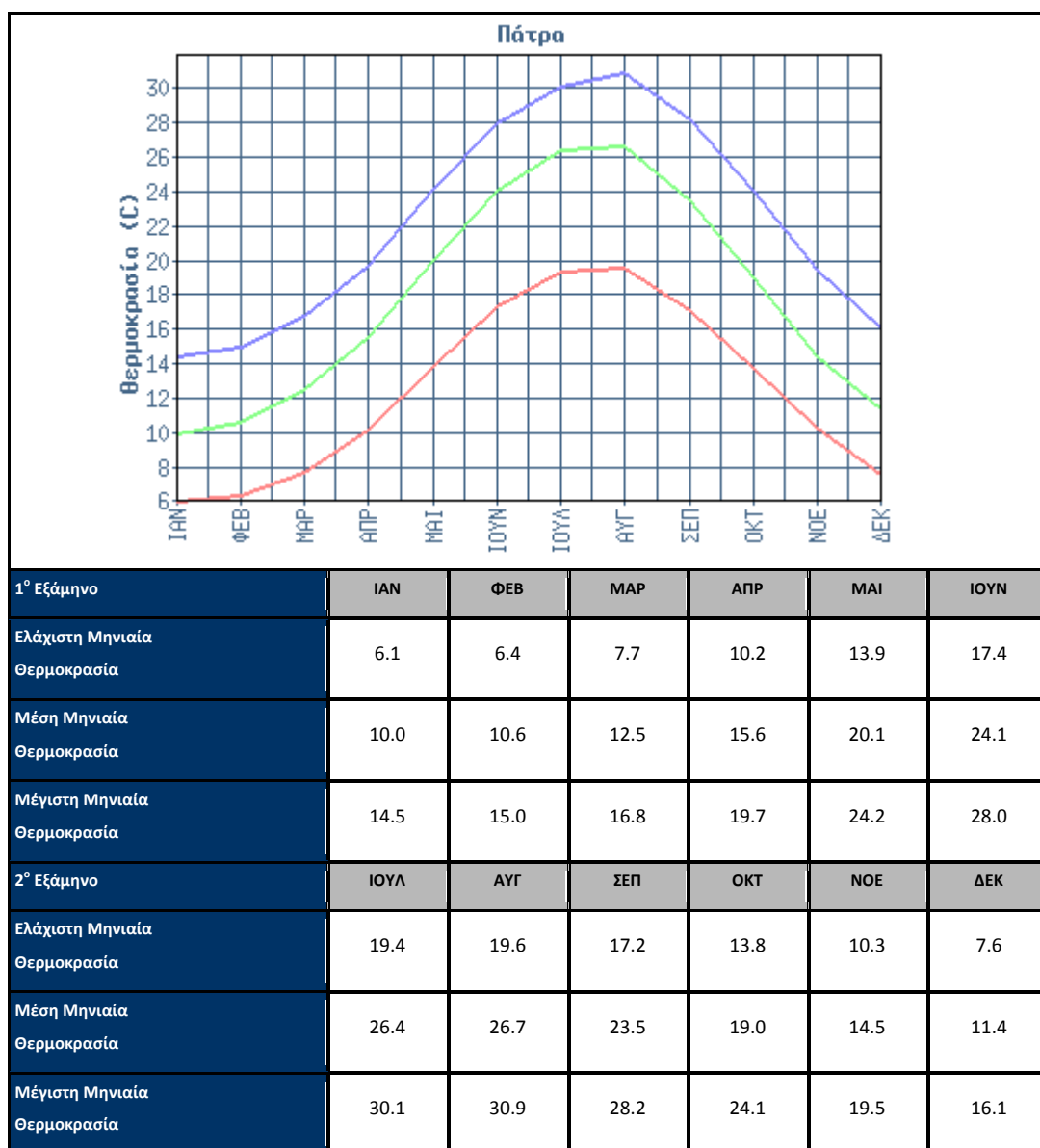
<sup>121</sup> Πηγή εικόνας: [Κατσαμπούλας Α., (2011), σελ.8 ]

### 1.3 Μετεωρολογικά δεδομένα <sup>122</sup>

Πάτρα: Γ. Μήκος (Lon) 21°44'0" / Γ.Πλάτος (Lat) 38°15'0"/Ύψος 1μ.

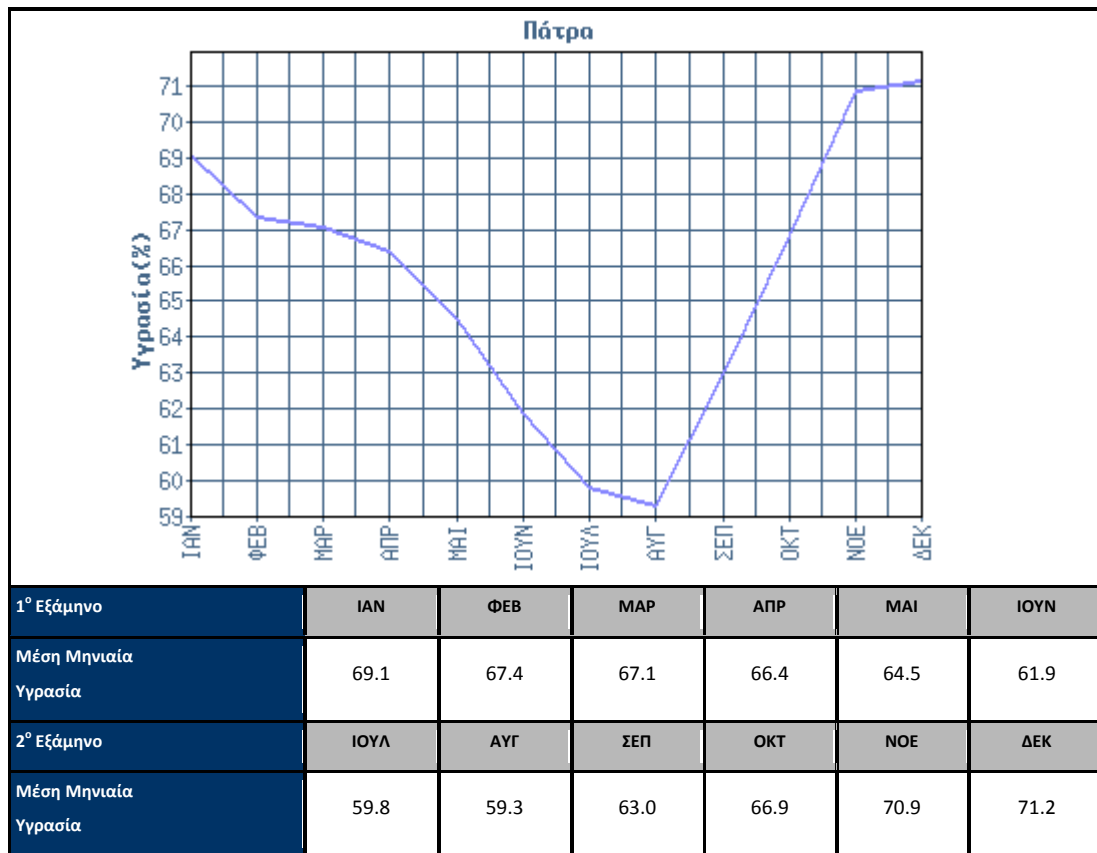
ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓ. ΘΕΡΜ.: 41,3°C / ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧ. ΘΕΡΜ.: -4,5°C

**Πίνακας 1.1:** Μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία για το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> εξάμηνο για την περιοχή της Πάτρας.

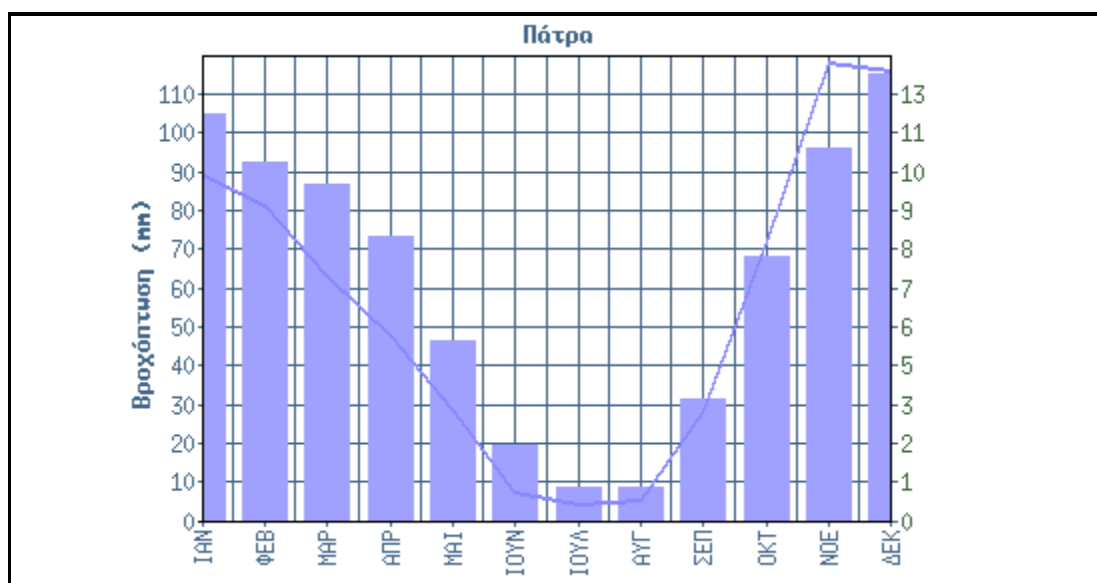


<sup>122</sup> Πηγή διαγραμμάτων: [Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία: <http://www.hnms.gr>]

**Πίνακας 1.2:** Μέση μηνιαία υγρασία για το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> εξάμηνο για την περιοχή της Πάτρας.



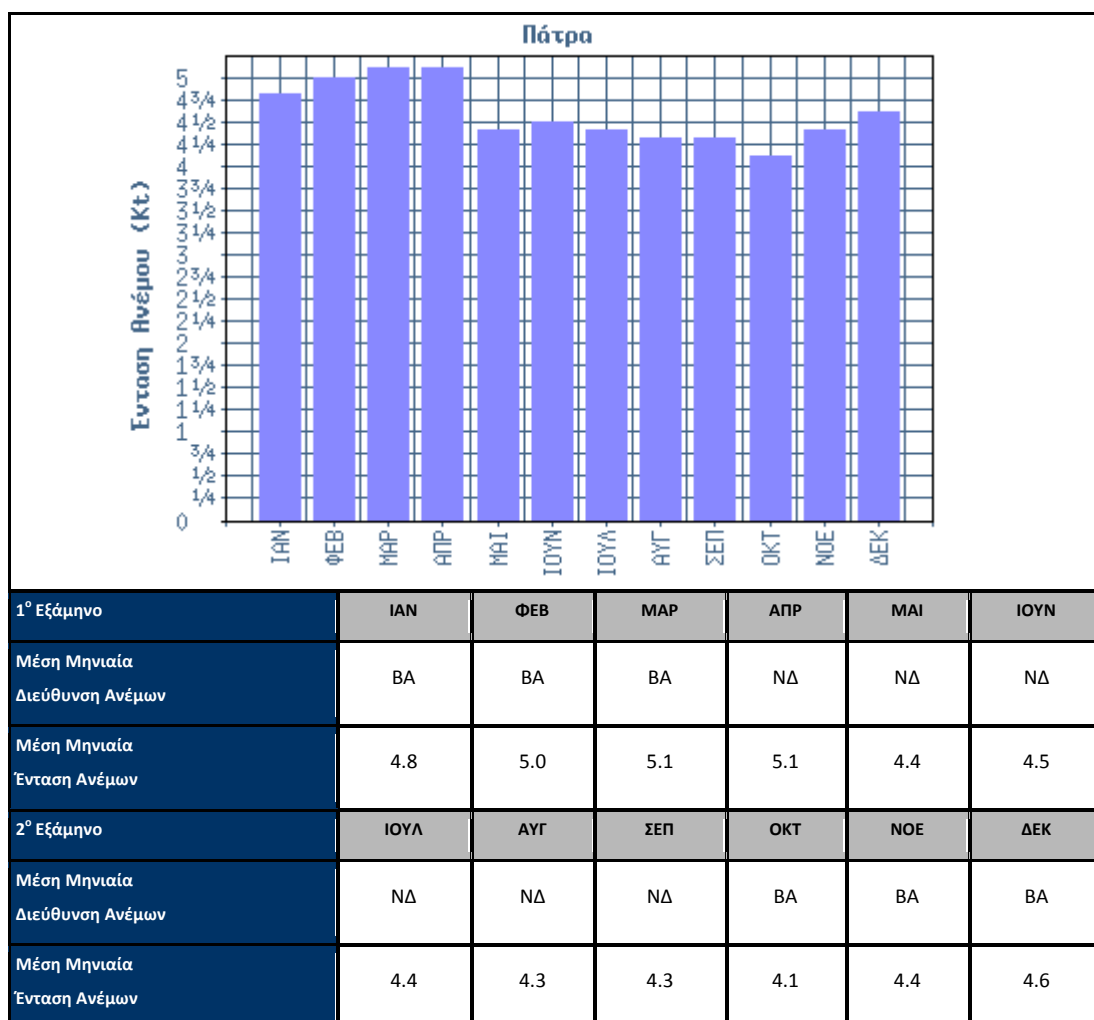
**Πίνακας 1.3:** Μέση μηνιαία βροχόπτωση για το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> εξάμηνο για την περιοχή της Πάτρας.





1 <sup>ο</sup> Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	89.1	81.7	63.3	47.8	28.9	7.5
Συνολικές Μέρες Βροχής	12.0	10.6	9.9	8.4	5.3	2.2
2 <sup>ο</sup> Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Βροχόπτωση	4.6	5.2	28.3	72.2	118.0	116.1
Συνολικές Μέρες Βροχής	1.0	1.0	3.6	7.8	11.0	13.2

**Πίνακας 1.4:** Μέση μηνιαία διεύθυνση ανέμων για το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> εξάμηνο για την περιοχή της Πάτρας.



#### 1.4 Περιοχή μελέτης (Πλατεία Γεωργίου Α΄)<sup>123</sup>

Η πλατεία Βασιλέως Γεωργίου Α' ή απλώς πλατεία Γεωργίου όπως έχει επικρατήσει να αποκαλείται, είναι η κεντρικότερη πλατεία της πόλης της Πάτρας. Συνδέεται με όλους τους δρόμους του κέντρου, μεταξύ των οποίων η Κορίνθου, η Μαιζώνος και η Γεροκωστοπούλου.



**Εικόνα 1.3:** Η πλατεία Γεωργίου προς τη θάλασσα, δεκαετία 1910.<sup>124</sup>

Δημιουργήθηκε επί κυβερνήτη Καποδίστρια και με το σχέδιο του απεσταλμένου του Καποδίστρια Σταμάτη Βούλγαρη το 1829. Το σχέδιο που έπρεπε να ακολουθήσει ο Βούλγαρης απέβλεπε στην εκ νέου δημιουργία της πόλης, αφού είχε καταστραφεί ολοκληρωτικά από την επανάσταση και περιελάμβανε ανάπτυξη της νέας πόλης δίπλα στην παλιά (Άνω πόλη) με κάθετους και οριζόντιους δρόμους και καινούριες πολύ μεγάλες πλατείες.

<sup>123</sup> Πηγές κειμένου:

- [https://el.wikipedia.org/wiki/Πλατεία\\_Γεωργίου\\_Α΄](https://el.wikipedia.org/wiki/Πλατεία_Γεωργίου_Α΄)
- <http://thisispatra.com>
- [http://urbanenigmas.blogspot.gr/2015/04/blog-post\\_29.html](http://urbanenigmas.blogspot.gr/2015/04/blog-post_29.html)

<sup>124</sup> Πηγή εικόνας: [<http://paliapatra.gr/index.php?/category/87>]

Η πλατεία Γεωργίου δεν είχε όμως από την αρχή αυτό το όνομα, αφού κατά καιρούς έχει αλλάξει ονομασίες. Ξεκίνησε ως πλατεία Δημοκρατίας, άλλαξε σε πλατεία Καλαμογάρτη, ένα όνομα που έλαβε χάρη στον Περικλή Καλαμογάρτη, ο οποίος το 1843 ανέγνωσε σε αυτήν το πρώτο Σύνταγμα της Ελλάδος. Στην συνέχεια έγινε Όθωνος, Κεντρική, Θωμόπουλου, Εθνική, Παλιγγενεσίας και τέλος Γεωργίου, μια ονομασία που πήρε το 1863 προς τιμήν του βασιλέως Γεωργίου Α'.



**Εικόνα 1.4:** Πανοραμική άποψη της πλατείας Γεωργίου σήμερα.<sup>125</sup>

Η πλατεία Γεωργίου όμως παρά την μεγάλη ιστορία της είναι γνωστή για δύο λόγους. Ο πρώτος είναι το Δημοτικό θέατρο Απόλλων το οποίο υπάρχει σ' αυτή και κατασκευάστηκε το 1872 σε σχέδια του μεγάλου Γερμανού αρχιτέκτονα Ερνέστου Τσίλλερ.

Το δεύτερο στοιχείο, που έχει καταστήσει την πλατεία Γεωργίου πασίγνωστη είναι τα δύο μεγάλα σιντριβάνια που υπάρχουν στο επάνω και στο κάτω μέρος της. Δυο χρόνια μετά την χρηματοδότηση του Δημοτικού Θεάτρου, το 1874 δηλαδή, ο Δήμος της Πάτρας αποφάσισε να αγοράσει από μία γαλλική εταιρεία δύο τεράστια πανάκριβα για την εποχή αγάλματα (αφού σύμφωνα με πηγές το κόστος για τα

<sup>125</sup> Πηγή εικόνας: [<http://www.panoramio.com/user/3049317/tags/PATRA>]

αγάλματα αυτά ήταν περίπου γύρω στα 70.000 δραχμές) από χυτοσίδηρο για να τοποθετηθούν στην πλατεία.

Το αξιοθαύμαστο με τα σιντριβάνια αυτά είναι πως οι συνθέσεις τους δεν είναι τυχαίες και ότι οι κατασκευαστές τους είχαν επίγνωση της ιστορίας και των μύθων της χώρας μας και θέλησαν μέσα από τις συνθέσεις που θα παρουσίαζε η πλατεία να αποδώσουν την ιστορική συνέχεια που θα παραλάμβανε η πόλη με την δημιουργία της.



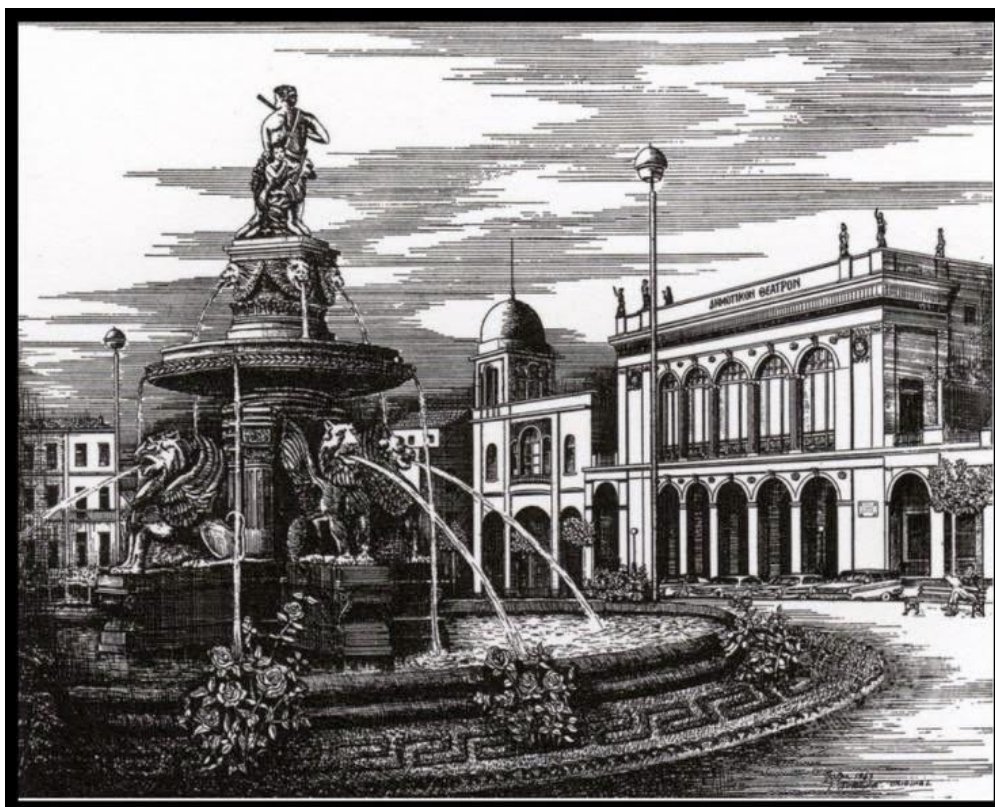
**Εικόνα 1.5:** Άποψη του Θεάτρου Απόλλων και της πλατείας Γεωργίου Α΄, δεκαετία 1950.<sup>126</sup>

Σύμφωνα λοιπόν με το σκεπτικό αυτό, ο μύθος που θα έφερνε μαζί της η πλατεία θα έπρεπε να έχει άμεση σχέση με το νερό, αφού η Πάτρα είναι παραθαλάσσια πόλη αλλά και να συνδυάζει τόσο την ιστορία της Αρχαίας Ελλάδας όσο και την επιρροή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας στην πόλη. Το επόμενο στάδιο ήταν οι παραστάσεις. Μετά από πλήθος ζώων αυτό που επιλέχθηκε τελικά ήταν το λιοντάρι για πολλούς λόγους.

<sup>126</sup> Πηγή εικόνας: [<http://paliapatra.gr/index.php?/category/87>]



Κατά πρώτων σύμφωνα με τον μύθο την αρχαία εποχή στην περιοχή υπήρχαν λιοντάρια. Κατά δεύτερον υπήρχε και ο μύθος των Γρυπών, των φτερωτών δηλαδή λιονταριών, κάτι που φαίνεται από παλιά στην πόλη της Πάτρας, αφού τους βρίσκουμε επίσης στον ναό του Ευαγγελισμού (Μητρόπολη), στην Παντάνασσα και στον Παντοκράτορα.



**Εικόνα 1.6:** Γκραβούρα τού επάνω σιντριβανιού και του Δημοτικού Θεάτρου Απόλλων, 1891.<sup>127</sup>

Στο ένα από τα δύο σιντριβάνια (αυτό που βρίσκεται στο κάτω μέρος της πλατείας) επάνω από τα φτερωτά λιοντάρια τοποθετήθηκε άγαλμα αντίγραφο που παρίστανε την νύμφη Πηγή, η οποία σύμφωνα πάντα με τον μύθο σχετιζόταν με το νερό. Συγχρόνως, τόσο γύρω από το άγαλμα όσο και γύρω από την μεγάλη λεκάνη απεικονίζονται φυτά και φυλλωσιές παριστάνοντας έτσι την ύπαιθρο.

Στο δεύτερο πάλι σιντριβάνι (στο πάνω μέρος της πλατείας), στην κορυφή, τοποθετήθηκε το άγαλμα ενός Σειληνού. Ο συμβολισμός και ο μύθος που απορρέει μέσα από το άγαλμα αυτό έχει πολλαπλή σημασία. Την εποχή εκείνη είχε

<sup>127</sup> Πηγή εικόνας: [<http://paliapatra.gr/index.php?/category/87>]

ολοκληρωθεί η κατασκευή του θεάτρου του Τσίλλερ, που αφιερώθηκε στον θεό Απόλλωνα. Στην στέγη του θεάτρου υπήρχαν μούσες που παρακολουθούσαν τα δρώμενα στην πλατεία.

Ο μύθος λοιπόν αναφέρει πως ο θεός της μουσικής, Απόλλωνας διαγωνίστηκε με τον Σειληνό Μαρσύα με κριτές τις μούσες αυτές. Αυτό όμως που δεν θα περίμενε κανείς είναι να έχουν οι συνθέσεις αυτές της πλατείας σχέση με τις απόκριες, το καρναβάλι στην ουσία, που έκανε εκείνη την εποχή την εμφάνισή του στην πόλη. Κι όμως όλες οι εκδηλώσεις του καρναβαλιού που όπως και τώρα έτσι και τότε είχαν ως σημείο αναφοράς την πλατεία συνδέονται άμεσα τόσο με τον Απόλλωνα και τον Σειληνό που παίζει φλογέρα όσο και με τις νύμφες, στις κορυφές των γύρω κτιρίων να παρακολουθούν και να βαθμολογούν.



**Εικόνα 1.7:** Άποψη της πλατείας Γεωργίου σήμερα.<sup>128</sup>

Εκτός από αυτό, την ίδια εποχή είχε ανακαλυφθεί κοντά στο Κάστρο της Πάτρας (εκεί που βρίσκεται σήμερα η Δεξαμενή) ένα ορειχάλκινο άγαλμα ανεκτίμητης αξίας, το άγαλμα του περίφημου Μαρσύα, το οποίο παρότι φυλασσόταν στο Δημαρχείο κατά έναν πολύ παράξενο τρόπο μεταφέρθηκε αρχικά στην Αθήνα και στην συνέχεια στο Βρετανικό Μουσείο, το οποίο και κοσμεί μέχρι

<sup>128</sup> Πηγή εικόνας: [<http://www.panoramio.com/user/3049317/tags/PATRA>]



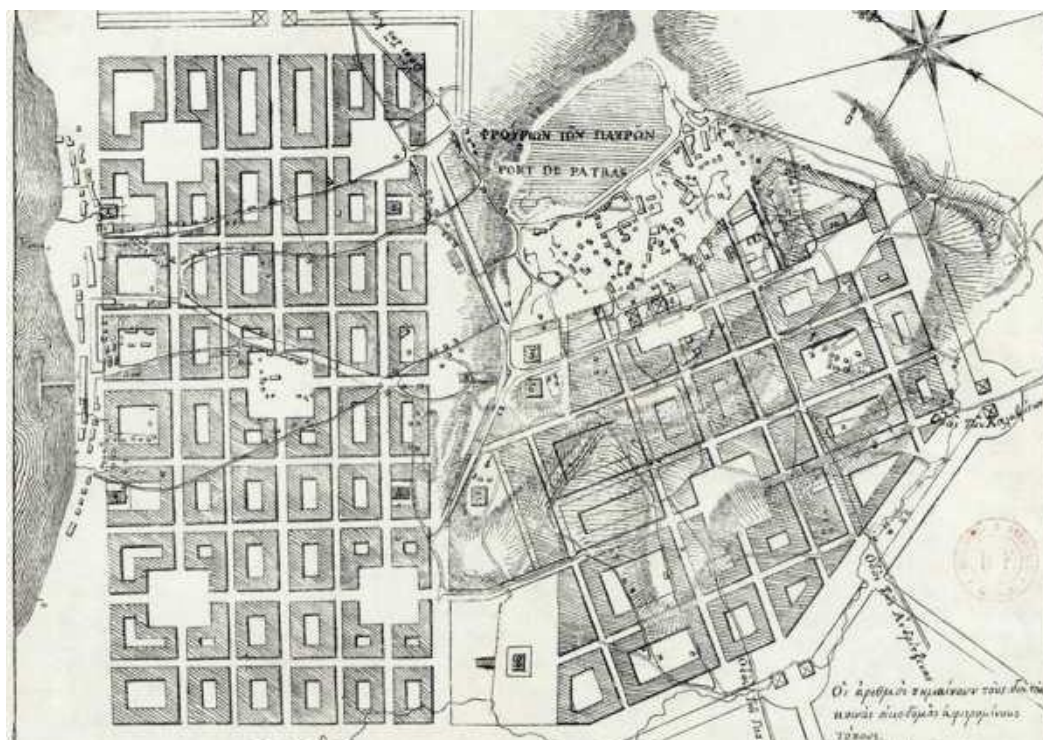
σήμερα μαζί με τα μάρμαρα του Παρθενώνα των Αθηνών. Το άγαλμα αυτό του Μαρσύα ήταν το σημαντικότερο άγαλμα που είχε βρεθεί στην περιοχή των Πατρών και οι Πατρινοί σε ανάμνηση του και για να μην ξεχάσουν οι νεότερες γενιές το γεγονός ότι το άγαλμα αυτό ανήκει στην Πάτρα θέλησαν να τοποθετήσουν στην κορυφή του σιντριβανιού ένα άγαλμα που να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στην μορφή με αυτό που τόσο "παράξενα" έχασαν.

Αναμφίβολα λοιπόν μπορεί κανείς να καταλάβει πως η συγκεκριμένη πλατεία δεν είναι για τους κατοίκους της πόλης αυτής μια απλή πλατεία αλλά μια πλατεία-συνώνυμο της ταυτότητας κάθε Πατρινού.

## Κεφάλαιο 2: Σημερινή Κατάσταση Πλατείας - Προβλήματα

### 2.1. Ανάπλαση πλατείας Γεωργίου (Σημερινή κατάσταση)<sup>129</sup>

Από το 1829 μέχρι και το 2006 η πλατεία Γεωργίου ακολουθούσε το σχέδιο του απεσταλμένου του Καποδίστρια Σταμάτη Βούλγαρη. Το πρωτότυπο «Σχέδιον της Νέας Πόλεως των Πατρών» που περιελάμβανε την πλατεία Γεωργίου εγκρίθηκε από τον Ιωάννη Καποδίστρια στις 26 Ιανουαρίου 1829 και έγινε δωρεά από τον Σταμάτη Βούλγαρη στην Βιβλιοθήκη των Παρισίων το 1835.



**Εικόνα 2.1:** Το πρωτότυπο «Σχέδιον της Νέας Πόλεως των Πατρών» του Σ. Βούλγαρη που εγκρίθηκε από τον Ιωάννη Καποδίστρια στις 26 Ιανουαρίου 1829.<sup>130</sup>

<sup>129</sup> Πηγές κειμένου:

- [https://el.wikipedia.org/wiki/Πλατεία\\_Γεωργίου\\_Α'](https://el.wikipedia.org/wiki/Πλατεία_Γεωργίου_Α)
- <http://thisispatra.com>
- [http://urbanenigmas.blogspot.gr/2015/04/blog-post\\_29.html](http://urbanenigmas.blogspot.gr/2015/04/blog-post_29.html)

<sup>130</sup> Πηγή εικόνας: [Δείτε το σχέδιο Πάτρας του 1829 από τον Σταμάτη Βούλγαρη: <http://dete.gr/>]

Η πλατεία Γεωργίου πήρε το σχήμα της από τους δρόμους Μαιζώνος, Κορίνθου, τον δρόμο που πέρναγε μπροστά από το δημοτικό θέατρο και τον δρόμο απέναντι από αυτόν. Υπήρχε μια κυκλική ροή των οχημάτων γύρω από την πλατεία. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του σχεδίου της πλατείας όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω ήταν τα δύο σιντριβάνια, το δημοτικό θέατρο και η πυκνή φύτευση στην περίμετρο της πλατείας.



**Εικόνα 2.2:** Η πλατεία Γεωργίου προς τη θάλασσα, δεκαετία 1910.<sup>131</sup>

Επί δημαρχίας Ανδρέα Καράβολα (2003-2006), στο πλαίσιο της Πολιτιστικής Πρωτεύουσας της Ευρώπης 2006, πραγματοποιήθηκε ανάπλαση της πλατείας Γεωργίου. Το σχέδιο προέβλεπε την πεζοδρόμηση των οδών μπροστά και απέναντι από το Δημοτικό Θέατρο, την διατήρηση των οδών Κορίνθου και Μαιζώνος, πλακόστρωση όλης της πλατείας, νέες διαμορφώσεις πρασίνου, δενδροφύτευση, δημιουργία καθιστικών στην άνω και κάτω πλευρά της πλατείας, δημιουργία μικρών σιντριβανιών μπροστά και απέναντι του θεάτρου, κατασκευή τεσσάρων περιπτέρων στις άκρες της πλατείας.

<sup>131</sup> Πηγή εικόνας: [<http://paliapatra.gr/index.php?/category/87>]





Εικόνα 2.3: Η πλατεία Γεωργίου προς την άνω πόλη, δεκαετία 1910.<sup>132</sup>



Εικόνα 2.4: Η πλατεία Γεωργίου, αρχές δεκαετίας 1960.<sup>133</sup>

<sup>132</sup> Πηγή εικόνας: [<http://paliapatra.gr/index.php?/category/87>]

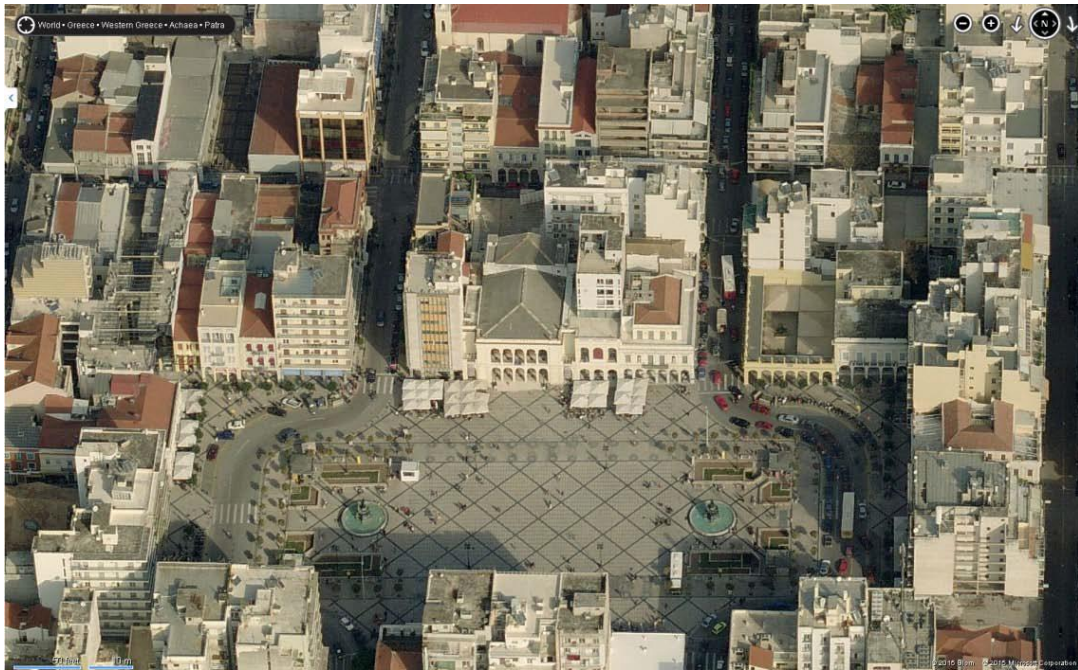
<sup>133</sup> Πηγή εικόνας: [<http://paliapatra.gr/index.php?/category/87>]

Η βασική ιδέα ήταν να δημιουργηθεί ένας ενιαίος, ανοιχτός και προστατευμένος χώρος μπροστά από το δημοτικό θέατρο με σκοπό: α) την ανάδειξη του θεάτρου, β) την δημιουργία ανοικτού χώρου εκδηλώσεων του Δήμου (Πατρινό Καρναβάλι), γ) την δημιουργία χώρου συνάντησης των πολιτών της Πάτρας και δ) την εισαγωγή βιοκλιματικών στοιχείων στην πλατεία όπως δένδρα και υδάτινα στοιχεία για την δημιουργία κατάλληλων συνθηκών στην πλατεία με σκοπό την οπτική άνεση των πολιτών. Οι παρεμβάσεις αυτές διατηρούνται μέχρι και σήμερα χωρίς ιδιαίτερες αλλαγές.



**Εικόνα 2.5:** Πανοραμική άποψη της πλατείας Γεωργίου σήμερα από τους χάρτες της Google.





Εικόνα 2.6: Πανοραμική άποψη της πλατείας Γεωργίου σήμερα.<sup>134</sup>



<sup>134</sup> Πηγή εικόνας: [<http://www.panoramio.com/user/3049317/tags/PATRA>]



Εικόνες 2.7-2.8: Απόψεις της πλατείας Γεωργίου σήμερα.<sup>135</sup>

---

<sup>135</sup> Πηγή εικόνων: [<http://www.panoramio.com/user/3049317/tags/PATRA>]



## 2.2 Προβλήματα πλατείας Γεωργίου<sup>136</sup>

Η σημερινή εικόνα της πλατείας παρουσιάζει πολλά προβλήματα όπως:

- Το **δάπεδο της πλατείας** πλακοστρώθηκε με ολόλευκες πλάκες οι οποίες έχουν χαμηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και χαμηλό συντελεστή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας με αποτέλεσμα τους καλοκαιρινούς μήνες να μετατρέπουν την πλατεία σε θερμοσυσσωρευτή ανεβάζοντας αισθητά τη θερμοκρασία στη γύρω περιοχή και να δυσκολεύουν την διάβαση των πεζών λόγω αντανάκλασης του «λευκού φωτός».

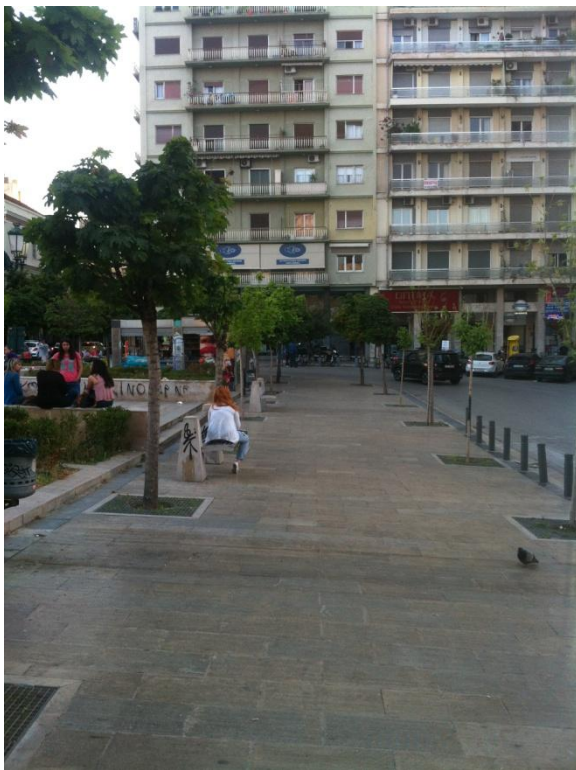


**Εικόνα 2.9:** Το δάπεδο της Πλατείας Γεωργίου.

- Το 2006 που πραγματοποιήθηκε η ανάπλαση της πλατείας Γεωργίου, τα **υπάρχοντα δέντρα περιμετρικά της πλατείας** ξεριζώθηκαν χωρίς να μεταφυτευθούν κάπου αλλού. Σε μερικές από τις κενές θέσεις φυτεύτηκαν νέα καλλωπιστικά δένδρα ενώ στα υπόλοιπα ανοίγματα τοποθετήθηκαν μερικά σιντριβάνια. Τα περισσότερα από αυτά έχουν μαραθεί, άλλα δεν

<sup>136</sup> Το κείμενο προέκυψε από επιτόπια επίσκεψη στην πλατεία Γεωργίου στις 15/05/2016 και οι φωτογραφίες της ενότητας είναι από προσωπικό αρχείο.

έχουν αναπτυχθεί και μερικά έχουν ξεριζωθεί με αποτέλεσμα η ποσότητα των δένδρων στην πλατεία να έχει μειωθεί αισθητά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχει καθόλου σκιά στην πλατεία, να μην γίνεται απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα η βλάστηση να μην μετριάζει τις ακραίες θερμοκρασίες μειώνοντας τις μέγιστες και αυξάνοντας τις ελάχιστες. Τέλος δεν εμπλουτίζεται η ατμόσφαιρα με οξυγόνο που παράγεται μέσω του μηχανισμού της φωτοσύνθεσης.



**Εικόνες 2.10–2.11 –2.12:** Το δένδρα περιμετρικά της πλατείας.



- Στις **διαμορφώσεις πρασίνου** στο άνω και κάτω μέρος της πλατείας έχουν τοποθετηθεί φυτά χαμηλού ύψους με αποτέλεσμα να μην σκιάζουν τους πολίτες που αποφασίζουν να καθίσουν στα καθιστικά που έχουν τοποθετηθεί γύρω από τις διαμορφώσεις. Η χρήση τους είναι μόνο διακοσμητική.



**Εικόνες 2.13-2.14:** Οι διαμορφώσεις πρασίνου στο άνω και κάτω μέρος της πλατείας.

- Σε μερικές θέσεις που υπήρχαν δένδρα περιμετρικά στην πλατεία πριν από την ανάπλαση του 2006 τοποθετήθηκαν **πίδακες νερού** με σκοπό το νερό να αποθηκεύει σημαντικές ποσότητες θερμότητας και να λειτουργεί σταθεροποιητικά στις θερμοκρασιακές συνθήκες του περιβάλλοντος και να δημιουργεί ένα ευχάριστο μικροκλίμα. Όμως οι πίδακες νερού λειτούργησαν για λίγο και σταμάτησαν λόγω της κλίσης της πλατείας προς τη θάλασσα αφού δημιουργούσαν τεράστια ρυάκια νερού που ήταν επικίνδυνα για τους περαστικούς.





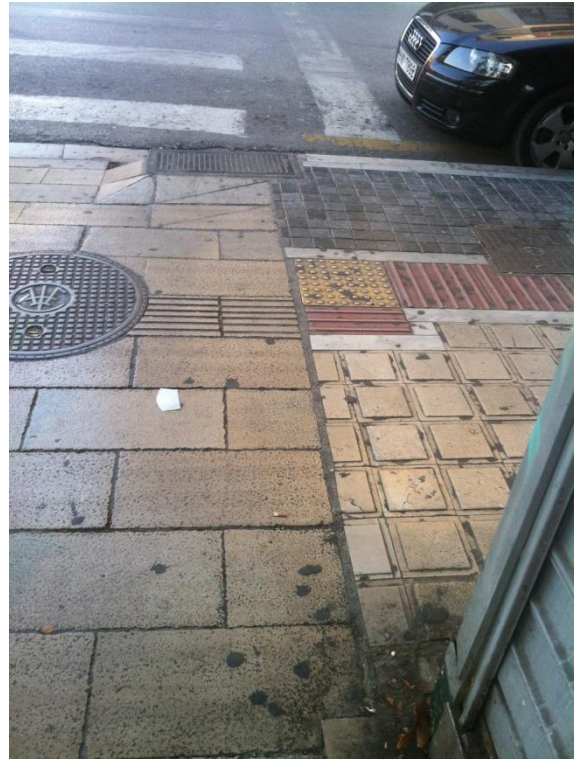
**Εικόνες 2.15-2.16:** Οι πίδακες νερού περιμετρικά της πλατείας και τα προβλήματα.

[πηγή εικόνας (δεξιά): <http://plgeorgiou.blogspot.gr/2010/11/blog-post.html>]

- Πολλές από τις **πλάκες στην πλατεία** έχουν σπάσει και σε μερικά σημεία δεν έχει γίνει καλή ένωση των διάφορων υλικών με αποτέλεσμα να υπάρχει κίνδυνος για τους περαστικούς και γενικά δεν δημιουργείται μια όμορφη εικόνα της πλατείας.

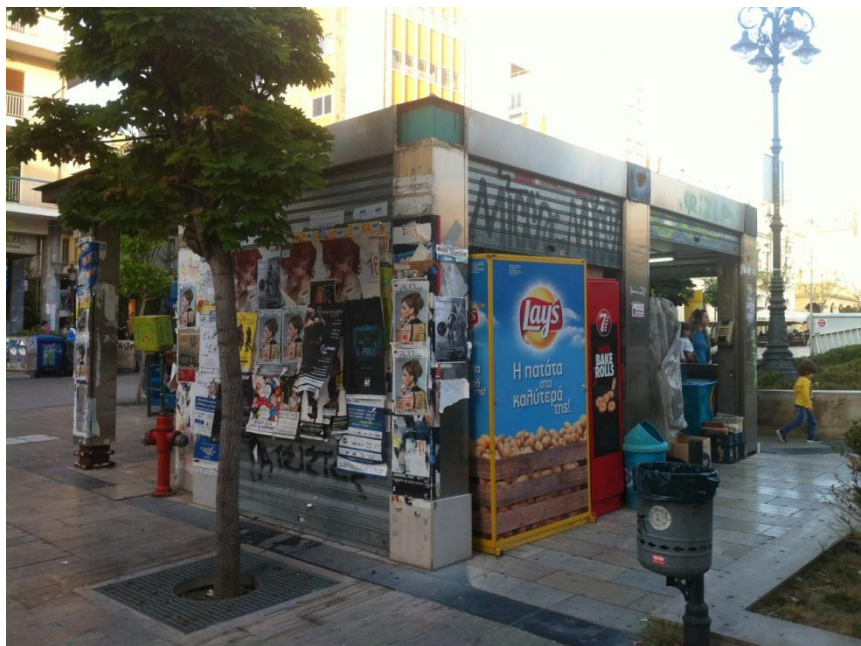






**Εικόνες 2.17 – 2.20:** Σπασμένες πλάκες και λάθος σύνδεση των διάφορων υλικών στην πλατεία.

- Τα **τέσσερα περίπτερα** στις γωνίες έχουν υποστεί πολλές φθορές και αποτελούν μια άσχημη εικόνα για την πλατεία.



**Εικόνα 2.21:** Φθορές στα περίπτερα της πλατείας.

- Σε όλη την πλατεία δεν υπάρχουν **σκίαστρα** για να μπορεί ο περαστικός να καθίσει και να ξεκουραστεί και γενικά να απολαύσει τον ανοιχτό δημόσιο χώρο.. Το αποτέλεσμα είναι η γρήγορη προσπέλαση της πλατείας χωρίς στάση. Έχει παρατηρηθεί ότι οι πολίτες προτιμούν να διασχίζουν την πλατεία διαγώνια για να πάνε από την οδό Κορίνθου στην οδό Μαιζώνος. Το καλοκαίρι αυτό γίνεται πολύ δύσκολο από την υψηλή θερμοκρασία που επικρατεί στην πλατεία και τον χειμώνα όταν βρέχει δεν υπάρχει κάποιο σημείο να σταθείς για λίγο για να μην βραχείς.



**Εικόνα 2.22:** Άποψη της πλατείας Γεωργίου σήμερα.

- Τα ψηλά κτίρια περιμετρικά της πλατείας κάνουν πιο άσχημη και αδιάφορη την εικόνα της. Οι όψεις έχουν πολλές φθορές και το στοιχείο που επικρατεί είναι μόνο το σπλισμένο σκυρόδεμα.

Όλα τα παραπάνω εντείνουν το **φαινόμενο της θερμικής νησίδας**. Η θερμική νησίδα είναι το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό των πόλεων κατά τη διάρκεια μιας ζεστής καλοκαιρινής περιόδου, που οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος που προκαλεί η αποθήκευση ηλιακής ενέργειας στις

αστικές επιφάνειες, όπως είναι τα κτίρια και οι δρόμοι στην διάρκεια της ημέρας. Στη διαμόρφωση της Θερμικής Νησίδας συμβάλλουν τα σκούρα και θερμά υλικά αστικών επιφανειών που έχουν χαμηλή ανακλαστικότητα καθώς και το ύψος και η διάταξη των κτιρίων, γύρω από στενούς δρόμους, που εμποδίζουν τη διαφυγή της ηλιακής ενέργειας και την κυκλοφορία του αέρα.

Σε περιοχές με θερμό και μεσογειακό κλίμα όπως η Πάτρα το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας έχει αρνητικές συνέπειες, που κατά κύριο λόγο αφορούν:

- Στο αστικό περιβάλλον: στη συγκέντρωση και διανομή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Στα κτήρια: στην αύξηση των αναγκών δροσισμού και κατ' επέκταση στην εντατική λειτουργία κλιματιστικών μονάδων που, απορρίπτοντας θερμότητα επαυξάνουν την θερμοκρασία του υπαίθριου αστικού χώρου.
- Στους ανθρώπους: σε θερμική δυσφορία και προβλήματα υγείας.
- Στην οικονομία: σε όλες τις συνέπειες που οφείλονται στο υποβαθμισμένο, απαξιωμένο και αφιλόξενο αστικό περιβάλλον καθώς και στην αυξημένη κατανάλωση ενέργειας.
- Στην κοινωνία: στην υποβάθμιση των συνθηκών διαβίωσης που πλήττει περισσότερο τις πιο αδύναμες κοινωνικές ομάδες.

Όλες αυτές οι αρνητικές συνέπειες συνιστούν μείζον πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπισθεί ολιστικά με στοχευμένες, συντονισμένες και ιεραρχημένες παρεμβάσεις σε όλους τους παράγοντες που το δημιουργούν, με στόχο να μειώσουν ή και να εξαλείψουν τις αρνητικές τους συνέπειες.





## Κεφάλαιο 3: Προτεινόμενες παρεμβάσεις στην πλατεία Γεωργίου

### 3.1 Εισαγωγή

Με βάση τα προβλήματα που παρουσιάζει η πλατεία Γεωργίου και με σκοπό την μείωση του φαινομένου της θερμικής νησίδας προτείνονται οι παρακάτω σχεδιαστικές λύσεις:

- **Βιοκλιματικά στέγαστρα** σε μεγάλο μέρος της πλατείας.  
**Χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ** για την δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος με σκοπό την διασύνδεση στο δίκτυο της Δ.Ε.Η  
**Καθιστικά κάτω από τα στέγαστρα.**
- **Φυτεμένες προσόψεις κτιρίων.**
- **Αύξηση της φύτευσης** (δενδροφυτεύσεις και παρτέρια με φυτά εδαφοκάλυψης).
- **Αντικατάσταση όλου του υφιστάμενου δαπέδου από ειδικά υλικά υψηλής ανακλαστικότητας που περιορίζουν την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών κατά την περίοδο του θέρους.** Τα δάπεδα όλης της περιοχής αντικαθίστανται με «ψυχρούς» κυβόλιθους που διαθέτουν υψηλή ανακλαστικότητα και παρουσιάζουν ιδιότητες διατήρησης σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών κατά την θερινή περίοδο, συνεισφέροντας έτσι στην βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής επέμβασης.
- **Χρήση υδάτινων στοιχείων (διακοσμητικών ή λειτουργικών)** για την ενίσχυση του φυσικού δροσισμού μέσω του φαινομένου του «εξατμιστικού δροσισμού» (evaporative cooling).

## **3.2 Βιοκλιματικό στέγαστρο. Χρήση φωτοβολταϊκών πάνελ, Καθιστικά κάτω από τα στέγαστρα**

### **3.2.1 Εισαγωγή – Περιγραφή πρότασης**

Στην Ελλάδα δεν υπάρχουν οι κατάλληλες υποδομές στέγασης των πολιτών που χρησιμοποιούν τους δημόσιους αστικούς χώρους έτσι ώστε να προστατεύονται από τον αέρα, την βροχή και το κρύο του Χειμώνα αλλά και την έντονη ηλιακή ακτινοβολία και την ζέστη του Καλοκαιριού.

Επίσης στους αστικούς ιστούς των πόλεων οι δημόσιοι αστικοί χώροι είναι μικρού μεγέθους και διαμορφωμένοι σε όλη την επιφάνεια τους με πλακοστρώσεις από υλικά που εγκλωβίζουν την ηλιακή ακτινοβολία όπως beton και σε συνδυασμό με τα υψηλά κτίρια που τους περιβάλλουν διαμορφώνουν ένα ανυπόφορο για τους πολίτες μικροκλίμα εντός του ευρύτερου κλίματος της περιοχής (πυκνοδομημένα αστικά-ιστορικά).

Συγκεκριμένα τον Χειμώνα επικρατεί σε αυτούς τους χώρους κρύο και υγρό περιβάλλον λόγω των υψηλών κτιρίων που τους περιβάλλουν και εμποδίζουν τον ήλιο να τους ζεστάνει, το δε Καλοκαίρι λόγω της θερμοκρασίας αποπνέουν πολύ έντονη ζέστη διότι τα υλικά από τα οποία είναι διαμορφωμένοι υπερθερμαίνονται και σε συνδυασμό με την υγρασία αλλά και τις ποσότητες των ρύπων από τα καυσαέρια που παραμένουν σε χαμηλά επίπεδα δημιουργούν μια αποπνικτική κατάσταση και διώχνουν τους πολίτες-χρήστες των χώρων αυτών οι οποίοι χρησιμοποιούν τους χώρους αυτούς μόνο για μια γρήγορη διέλευση και άμεσα απομακρύνονται σε πιο φιλικούς χώρους.

Τις περισσότερες φορές οι χώροι στάσης στους δημόσιους υπαίθριους χώρους δεν υπάρχουν καθόλου ή αποτελούνται από ένα τοπικό μεταλλικό απλό στέγαστρο μικρό σε μέγεθος που δεν μπορεί να στεγάσει πολλά άτομα και να τα προστατεύσει από τις καιρικές συνθήκες.

Επίσης συναντάμε την ύπαρξη φυτών και δέντρων και απλών καθιστικών που δεν επιτρέπουν στον πολίτη να καθίσει στον δημόσιο χώρο όταν βρέχει ή όταν έχει

έντονη ηλιοφάνεια. Τέλος οι χώροι αυτοί δεν φωτίζονται το βράδυ αλλά και αν φωτίζονται ο φωτισμός δεν είναι επαρκής και δεν δημιουργούνται κατάλληλες συνθήκες αναμονής (σταθερή θερμοκρασία σε αντίθεση με το εξωτερικό περιβάλλον).

Γενικά οι υπάρχουσες συνθήκες του πυκνοδομημένου περιβάλλοντος έχουν δημιουργήσει σε αυτούς τους δημόσιους χώρους σε πολύ μεγάλο ποσοστό ένα ειδικό μικροκλίμα το οποίο δεν είναι ανεκτό από τους πολίτες-χρήστες αυτών και δεν δίνουν την δυνατότητα σε αυτούς να καταστήσουν τους χώρους αυτούς το κέντρο της συλλογικής κοινωνικής ζωής τους.

Για να αντιμετωπισθεί αυτό το πρόβλημα διενεργήθηκε σχετική έρευνα σε πολλούς τέτοιους χώρους διαφόρων πόλεων όπως στην Αθήνα, στην Πάτρα και στο Ηράκλειο (ιστορικό κέντρο).

Από την έρευνα αυτή αναδείχθηκε ότι οι πυκνοδομημένες πόλεις μας πρέπει κατά τμήματα τους να αλλάξουν τα νεοδημιουργηθέντα τις τελευταίες δεκαετίες κατεστημένα μικροκλίματα σε νέα (μέσα από βιοκλιματική σκοπιά) μικροκλίματα φιλικά προς το περιβάλλον τα οποία αθροιστικά θα λειτουργήσουν σε μείωση των αρνητικών στοιχείων και επαναφορά σε ένα νέο περιβάλλον για τις πόλεις ευχάριστο και εύχρηστο για τους πολίτες τους.

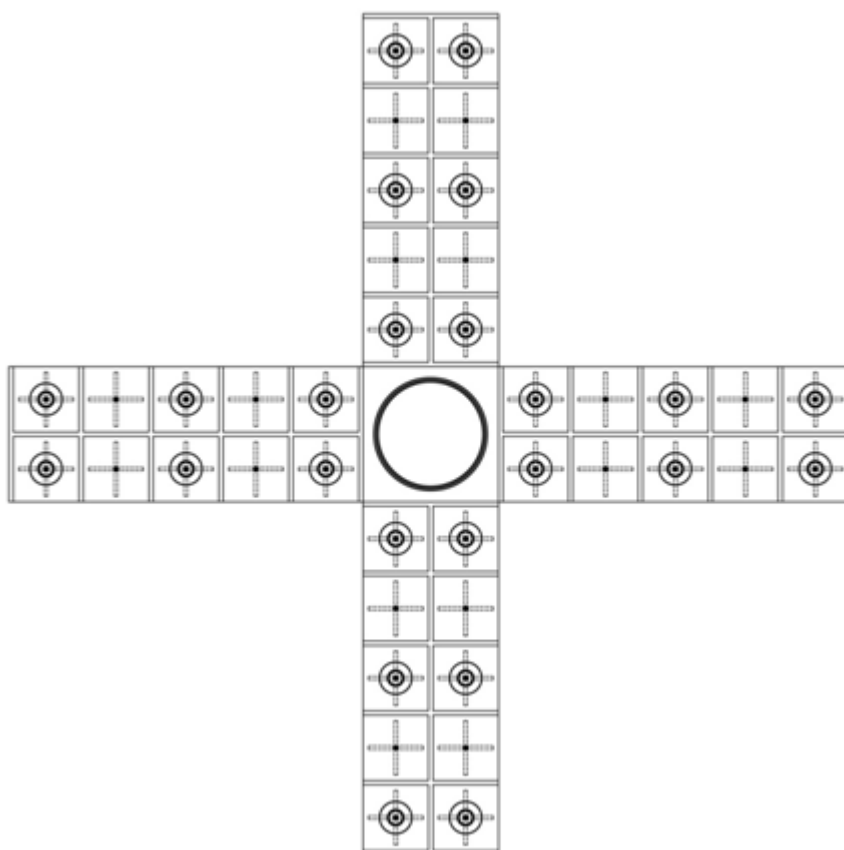
Μέσα από την έρευνα προέκυψε ο σχεδιασμός μια πρότυπης ελαφριάς και αυτόνομης μονάδας-κατασκευής σχεδιασμένη με βάση την αρχιτεκτονική η οποία θα καλύψει όλες τις σημερινές ανάγκες για διέλευση, στάση, χρήση, καλά φωτισμένες επιφάνειες και του περιβάλλοντος χώρου.

Για την εφαρμογή της πρότασης επιλέχθηκε η πόλη των Πατρών και η συγκεκριμένα η κεντρική πλατεία του ιστορικού κέντρου της, η πλατεία Γεωργίου, η οποία είναι και το σήμα κατατεθέν της νέας πόλης όπως την φαντάστηκε ο κυβερνήτης Ιωάννης Καποδίστριας και την σχεδίασε-υλοποίησε ο Κερκυραίος μηχανικός Βούλγαρης.

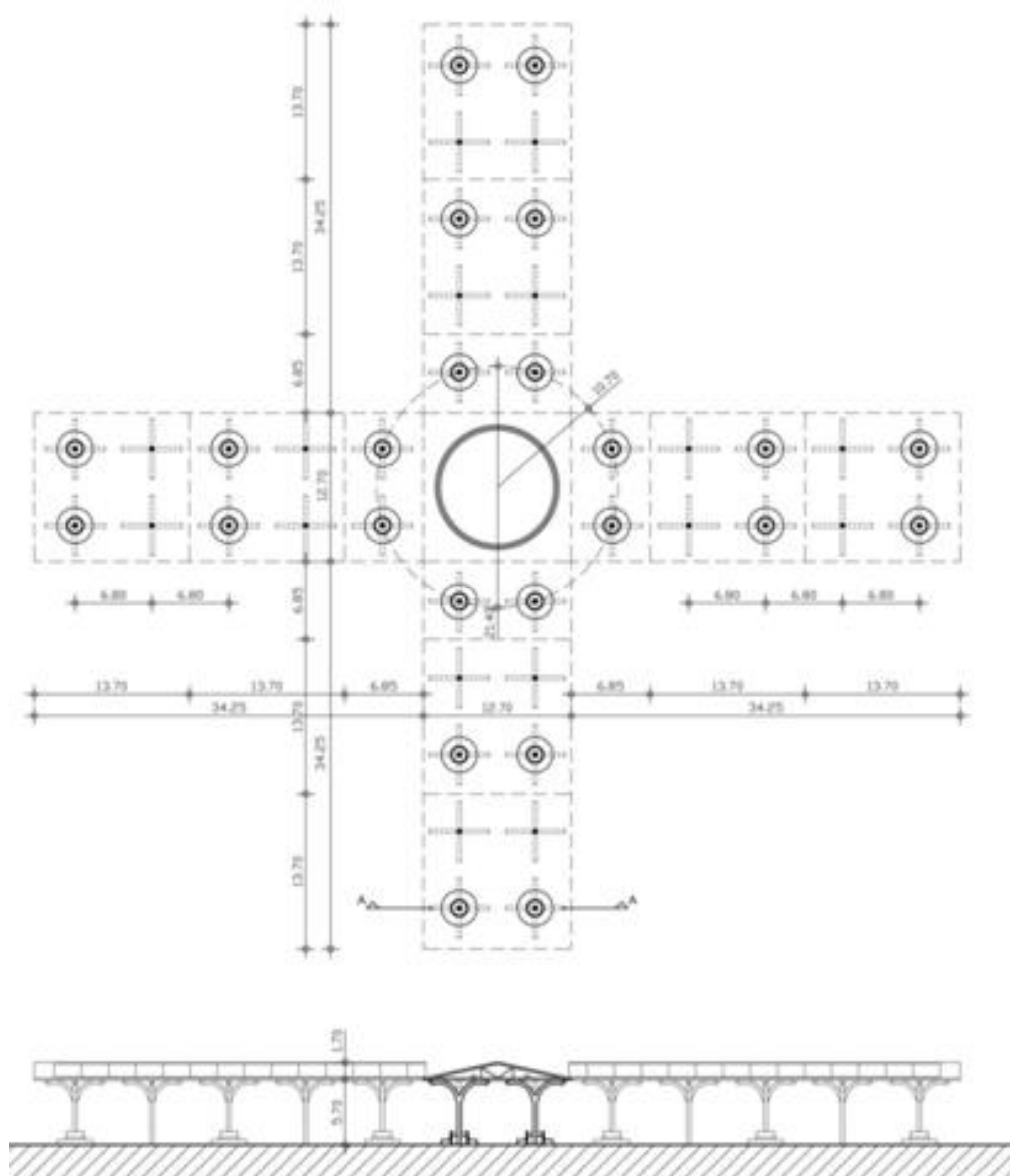
Σε αυτή την πλατεία με την συγκεκριμένη σημερινή της κατάσταση (βλέπε πρόσφατο σχέδιο κάτοψης διαμόρφωσης της τεχνικής υπηρεσίας του Δήμου Πατρών) προτείνεται να γίνει χρήση ενός υπόστεγου που θα έχει την βάση του σε μια μονάδα υπόστυλη με μεγίστη επιφάνεια διαστάσεων 6,85μ x 6,35μ.

Για την δημιουργία του τελικού στεγάστρου θα χρειαστούν 40 μονάδες-υπόστεγα όπου η κάθε μονάδα θα στηρίζεται σε ένα πολλαπλό κοίλης διατομής μεταλλικό υποστύλωμα με μορφή «δένδρου» και το τελικό σύνολο των 40 μονάδων θα έχει σχήμα σταυρού τοποθετημένο μέσα στην πλατεία σε διαγώνια διάταξη σύνδεσης των οδών Κορίνθου προς Μαιζώνος και από Μαιζώνος προς Κορίνθου όπως ακριβώς γίνονται οι κινήσεις των πολιτών της πόλης σήμερα.

Στη συμβολή των τεσσάρων τμημάτων τα πρώτα ζεύγη υποστυλωμάτων κάθε τμήματος σχεδιάστηκε να βρίσκεται επάνω στη διάμετρο ενός νοητού κύκλου ακτίνας 10,70μ, ο δε χώρος πάνω από την συμβολή των τεσσάρων τμημάτων θα παραμείνει ασκεπής και στο έδαφος θα κατασκευαστεί ένας χώρος νερού-σιντριβάνι διαμέτρου όσο η ακτίνα του αρχικού νοητού κύκλου προκειμένου να κατευθύνονται οι κινήσεις των πολιτών προς τα τέσσερα τμήματα.



**Εικόνα 3.1:** Οι μονάδες (40) από τις οποίες αποτελείται το βιοκλιματικό στέγαστρο.



**Εικόνα 3.2:** Διάταξη υποστυλωμάτων για την στήριξη του στεγάστρου.

Όλα τα προαναφερθέντα της πρότασης σε συνδυασμό και με προτεινόμενες τροποποιήσεις του ευρύτερου χώρου της πλατείας (αλλαγή υλικών πιο φιλικών στο περιβάλλον, προσθήκη νερού για να μεγαλώσει ο δροσισμός, φύτευση νέων φυτών για την δέσμευση των ρύπων) ουσιαστικά θα λειτουργήσουν προς όφελος του περιβάλλοντός της πόλης.



### **3.2.2 Χαρακτηριστικά της πρότασης**

Το κύριο χαρακτηριστικό της πρότασης που θα διαθέτει το σύστημα λόγω των εξής στοιχείων:

- A) Συλλογή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων που θα βρίσκονται στην οροφή του υπόστεγου που θα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο και το σημαντικότερο κυρίως φιλική προς το περιβάλλον.
- B) Την δυνατότητα να κατασκευαστεί πολύ εύκολα και γρήγορα διότι είναι μια πτυσσόμενη κατασκευή που προσφέρει μεγάλη ευκολία στο στήσιμο της με πολύ μικρό κόστος. Όλα τα πλαίσια της κατασκευής έχουν την δυνατότητα αποσυναρμολόγησης- συναρμολόγησης χωρίς να χρειάζεται εξειδικευμένο συνεργείο, διότι οι σωλήνες κουμπώνουν θηλυκώνοντας η μια μέσα στην άλλη και ασφαλίζοντας με σφικτήρες σύνδεσης και με σκρινέτα πάκτωσης κάθετα στην κυλινδρική διατομή. Γενικά βάση της πρότασης και της εφαρμογής της μπορεί να δοθεί η δυνατότητα να τοποθετείται σε οπουδήποτε σημείο του Ελλαδικού χώρου (ορεινό, πεδινό και νησιωτικό) το σύστημα του υπόστεγου που προτείνεται και να εξυπηρετεί όλους τους πολίτες-χρήστες σχεδόν ανέξοδα και φιλικά προς το περιβάλλον.
- Γ) Χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης κατασκευής είναι ότι έχει μεγάλο χρόνο ζωής (περίπου 30 χρόνια) με μικρό κόστος για την αρχική κατασκευή το οποίο αποσβένεται πολύ γρήγορα λόγω του μηδενικού κόστους ενέργειας ενώ το κόστος συντήρησης του συστήματος είναι σχεδόν ελάχιστο και το σύστημα εντάσσεται εύκολα στο περιβάλλον και γίνεται άμεσα χρηστικό.

### **3.2.3 Κατασκευή και λειτουργία**

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν η πρόταση είναι να τοποθετεί στο χώρο της πλατείας μια κατασκευή η οποία θα αποτελείται από διαφορετικά μέλη τα οποία συναρμολογούνται επί τόπου και θα δίνουν την τελική μορφή του στεγάστρου.

Με βάση τον χώρο της πλατείας και τις κινήσεις που γίνονται σε αυτόν προέκυψε και η βασική ιδέα σχεδίασης τόσο του υπόστεγου όσο και του υπόλοιπου χώρου. Η ανάπτυξη των μονάδων του υπόστεγου σχεδιάστηκε σε σχήμα ισοσκελούς σταυρού όπου κάθε σκέλος του θα αποτελείται από δέκα μονάδες υποστυλωμάτων (δένδρων) τοποθετημένες ανά ζεύγος έτσι ώστε το κάθε σκέλος να διαθέτει τελικό μήκος ανάπτυξης 34,25μ και τελικό πλάτος 12,70μ.

Το σύνολο του κάθε σκάλους θα επικαλύπτεται με στέγη δίκλινη από ελαφρό υλικό (αλουμίνιο) επάνω στην οποία θα είναι ενσωματωμένα τα φωτοβολταϊκά πάνελ που αποτελούν και το κύριο χαρακτηριστικό της πρότασης.

Μέσα στο χώρο που δημιουργούν τα ζευκτά της δίκλινης στέγης ενσωματώνονται τα φωτιστικά στοιχεία της κατασκευής, οι σωληνώσεις μεταφοράς και επεξεργασίας της ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά προς την βάση του υπόστεγου μέσω των κοίλων υποστυλωμάτων για να γίνει η αποθήκευση και η τροφοδοσία του συστήματος ψύξης-θέρμανσης.

Το καθαρό ύψος των υποστυλωμάτων (μορφή δένδρου) καθορίστηκε στα 6 μέτρα προκειμένου να καλυφθούν κάποιες προϋποθέσεις που τέθηκαν:

- Θα έπρεπε να υπάρχει μεγάλο ύψος στα τμήματα του υπόστεγου έτσι ώστε να μην διασπαστεί η οπτική του συνολικού χώρου ως προς την Άνω πόλη ανατολικά και ως προς το θαλάσσιο μέτωπο.
- Θα έπρεπε να υπάρχει μεγάλο ύψος στα τμήματα του υπόστεγου έτσι ώστε να μην χάνεται η οπτική σύνδεση με το περιβάλλον κτισμένο χώρο δηλαδή να υπάρχει καθαρή εικόνα του ενιαίου χώρου πλατείας και των διαδρόμων κίνησης σε συνάρτηση με την ανάδειξη των νεοκλασικών-διατηρητέων κτιρίων που περιβάλλουν την πλατεία (δημοτικό θέατρο).

Το ύψος της στέγης (μικτό) υπολογίστηκε 1,70μ προκειμένου να είναι ικανοποιητικές οι κλίσεις της στέγης για να τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ

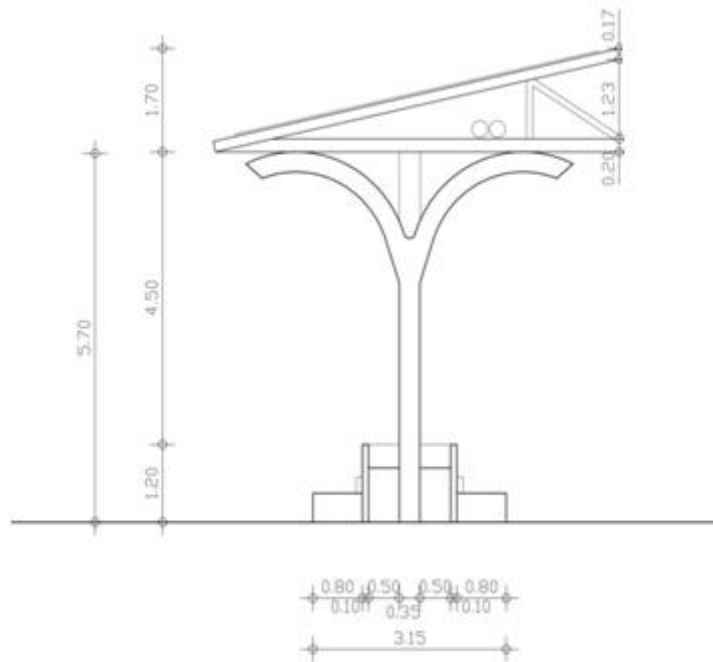
στην άνω επιφάνεια της στέγης και να δεχθεί μέσα στον χώρο των ζευκτών της όλα τα λειτουργικά-στατικά στοιχεία της κατασκευής. Τέλος η έδραση της κατασκευής θα γίνει σε μόνιμο υπόβαθρο από beton στο έδαφος.

### **3.2.4 Επιμέρους τμήματα κατασκευής**

Τα επιμέρους τμήματα είναι:

1. **Η Βάση** (μόνιμο στοιχείο) η οποία περιλαμβάνει τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις όπως τους σταθεροποιητές τάσης τους πίνακες ασφαλείας. **Στοιχεία στήριξης της κατασκευής.** Μεταλλικές σωλήνες κοίλης διατομής σε δυο διευθύνσεις. Ο σκοπός της συγκεκριμένης στήριξης γίνεται γιατί δίνει τις εξής δυνατότητες:
  - Ισχυρή έδραση της κατασκευής.
  - Ισχυρή στήριξη του δικτύου της οροφής.
  - Δυνατότητα διακίνησης του δικτύου του ηλεκτρικού φορτίου από τα φωτοβολταϊκά πάνελ διαμέσου της κοίλης διατομής στο κεντρικό δίκτυο.
2. **Τμήμα οροφής.** Μεταλλική κατασκευή από πάνελ αλουμινίου κοίλης μορφής προς τα κάτω. Επίσης στηρίζει όλα τα στοιχεία φωτισμού της εγκατάστασης και μέσα σ' αυτήν περνάει όλο το ηλεκτρικό δίκτυο της κατασκευής. Τέλος αποτελεί και την βάση στήριξης του τελικού κελύφους της οροφής.
3. **Τελικό κέλυφος της οροφής.** Είναι μια σύνθεση από τα απαιτούμενα φωτοβολταϊκά πάνελ τα οποία είναι ειδικής μορφής έτσι ώστε να μπορούν να απορροφήσουν κάθε προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ανεξάρτητη από την κλίση της στέγης.
4. **Λοιπός εξοπλισμός.**
  - **Χώρος φύτευσης** που αποκρύπτει τον τρόπο στήριξης του υποστυλώματος και υποβοηθάει την αναρρίχηση φυτών στο μεταλλικό σκελετό της κατασκευής.
  - **Καθιστικό από μεταλλικό σκελετό.**

5. **Επίπεδο απορροής των όμβριων υδάτων.** Τα νερά της βροχής θα καταλήγουν στις τέσσερις γωνίες του κελύφους της στέγης και από εκεί θα απορρέουν μέσω σωληνώσεων που ανά ζεύγος θα καταλήγουν σε ένα κεντρικό σωλήνα απορροής ο οποίος θα στηρίζεται εξωτερικά στο πλάι του κάθε υποστυλώματος. Από εκεί διοχετεύεται στον περιβάλλοντα χώρο.



**Εικόνα 3.4:** Διαστασιολόγηση του συστήματος.

### **3.3 Κάθετοι Κήποι**<sup>137</sup>

#### **3.3.1.Εισαγωγή**

Ο κάθετος κήπος συχνά αναφερόμενος και ως «πράσινος τοίχος», είναι ένας περιγραφικός όρος που αναφέρεται σε όλες τις κάθετες επιφάνειες τοίχων με κάποια μορφή βλάστησης. Ο ίδιος, σαν ιδέα έχει ξεκινήσει πιθανότατα από τους κρεμαστούς κήπους της Βαβυλώνας (γύρω στα 600 π.Χ.) ενώ ύστερα ακολούθησαν οι κληματαριές (από 3ος αι. π.Χ. Ρώμη) σε πέργκολες και σε τοίχους σπιτιών καθώς και οι γλάστρες με τα αναρριχητικά φυτά.

Ο σύγχρονος κάθετος κήπος βέβαια, διαφέρει κατά πολύ αφού δεν «κρέμεται» αλλά συνήθως αναπτύσσεται σε ελαφρύ μέσο και όχι σε χώμα και σε πολλές περιπτώσεις τα φυτά παίρνουν τα απαραίτητα θρεπτικά συστατικά τους από το νερό. Με αυτόν το τρόπο, οι φυτικές συνθέσεις των κάθετων κήπων θυμίζουν την αυτοφυή βλάστηση σε βράχια και σε κορμούς δέντρων ενώ χρησιμοποιώντας είδη με διαφορετική υφή, σχήματα και χρώματα φύλλων, μπορεί να επιτευχθεί ένα φαντασμαγορικό αποτέλεσμα.

Οι κάθετοι κήποι αναμφίβολα ωφελούν το περιβάλλον και ειδικά σε μεγαλουπόλεις όπου το πράσινο σε οριζόντιες επιφάνειες είναι ιδιαίτερα περιορισμένο, ίσως να αποτελούν τη μοναδική ελπίδα για να πρασινίσουν οι άχαρες τσιμεντουπόλεις. Στις επόμενες ενότητες περιγράφονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά, ο ρόλος αλλά και τα οφέλη των κάθετων κήπων.

#### **3.3.2 Προτεινόμενη επέμβαση στην πλατεία Γεωργίου**

Στα περισσότερα πολυώροφα κτίρια γύρω από την πλατεία Γεωργίου προτείνεται η δημιουργία πράσινων προσόψεων με σκοπό την αισθητική αναβάθμιση της περιοχής. Οι πράσινες προσόψεις είναι ένα είδος συστήματος πράσινων τοίχων στο οποίο αναρριχώμενα φυτά ή φυτά που έχουν την ικανότητα

---

<sup>137</sup> Πηγή κειμένου: Τεχνικό Περιοδικό "Κτίριο", Τεύχος 05/2010, «Φυτεμένες Όψεις. Τύποι, κατασκευαστικές λύσεις, συντήρηση», σελ: 98-104.



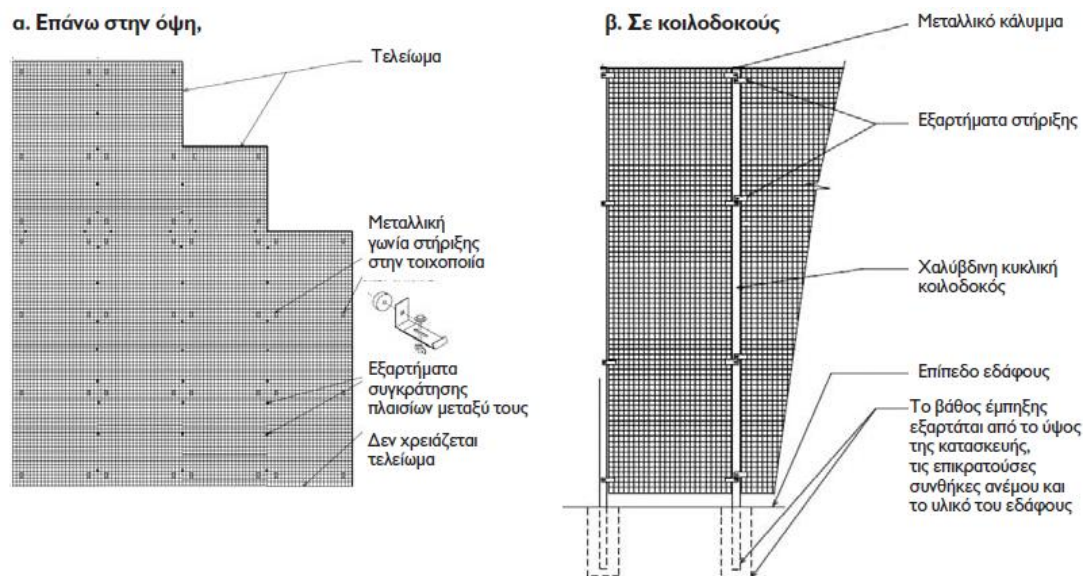
να κρέμονται, καλύπτουν τις ειδικά σχεδιασμένες υποστηρικτικές δομές. Τα φυτά είναι ριζωμένα στη βάση αυτών των δομών ή στο έδαφος ή σε γλάστρες στα ενδιάμεσα του τοίχου ή ακόμη και από τις στέγες. Τα ίδια χρειάζονται συνήθως τρία με πέντε χρόνια πριν από την επίτευξη της πλήρους κάλυψης. Οι πράσινες προσόψεις στηρίζονται στους υπάρχοντες τοίχους ή κατασκευάζονται ως αυτόνομες δομές, όπως φράχτες ή κολώνες.

Τα φυτά που αναρριχώνται απ' ευθείας στους τοίχους καλύπτοντας ολόκληρες επιφάνειες λόγω της κατασκευής της ρίζας τους, είναι γνωστό ότι μπορούν να βλάψουν κάποιους ακατάλληλους τοίχους ενώ παρουσιάζουν προβλήματα όταν έρθει η ώρα για τη συντήρηση της οικοδομής ή την απομάκρυνση των φυτών. Τεχνολογικές καινοτομίες στην Ευρώπη και στη Βόρεια Αμερική είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη νέων καφασωτών ή άκαμπτων πάνελ και καλωδιακών συστημάτων για την υποστήριξη αμπελιών, διατηρώντας παράλληλα τα φυτά μακριά από τοίχους και άλλες επιφάνειες κτιρίων.

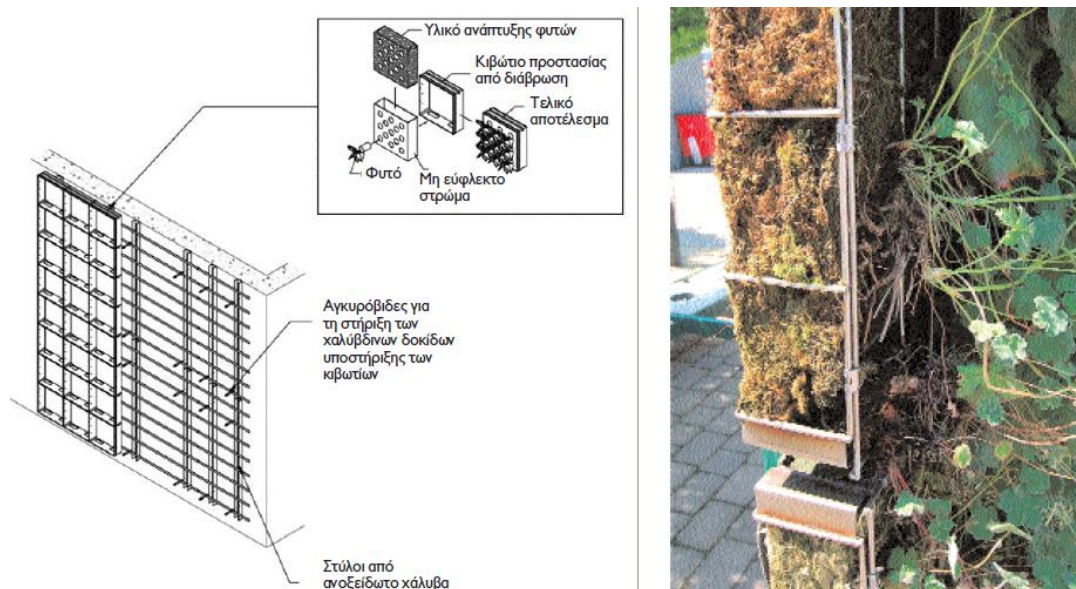


**Εικόνα 3.22:** Επέμβαση κάθετου κήπου σε κτίριο που βρίσκεται στην πλατεία Γεωργίου.

Οι παρακάτω εικόνες παρουσιάζουν λεπτομέρειες της κατασκευής των κάθετων κήπων στις προσόψεις των κτιρίων.



**Εικόνα 3.23:** Τρόπος στήριξης μεταλλικών κλωβών που χρησιμοποιούνται για την στήριξη αναρριχητικών φυτών.<sup>138</sup>



**Εικόνα 3.24:** Λεπτομέρεια στήριξης προκατασκευασμένων κιβωτίων φύτευσης και λεπτομέρεια ζωντανού τοίχου.<sup>139</sup>

<sup>138</sup> Πηγή εικόνας: Τεχνικό Περιοδικό "Κτίριο", Τεύχος 05/2010, σελ:100

<sup>139</sup> Πηγή εικόνας: Τεχνικό Περιοδικό "Κτίριο", Τεύχος 05/2010, σελ:101

### 3.3.3 Εφαρμογή κάθετων κήπων (Ξένη βιβλιογραφία)<sup>140</sup>

- **Κάθετοι κήποι του Patrick Blanc**

Εντυπωσιακό μείγμα καλλιτέχνη και επιστήμονα, ο 57άχρονος σήμερα Γάλλος βοτανολόγος Patrick Blanc ήταν μόλις 9 ετών όταν άρχισε να κάνει τα πρώτα πειράματά του για την ανάπτυξη φυτών μέσα σε ένα μικρό ενυδρείο και συνέχισε με ακόμη μεγαλύτερο ενδιαφέρον μετά από το πρώτο του τροπικό ταξίδι στα δεκαεννιά του. «Μου αρέσει να βάζω τη φύση εκεί που κανείς δεν το περιμένει» δηλώνει σε μια συνέντευξή του στις New York Times και είναι κατηγορηματικός: «Η ανθρωπότητα ζει όλο και περισσότερο σε πόλεις και είναι στα μαχαίρια με τη φύση. Οι φυτικοί τοίχοι είναι οι κήποι του μέλλοντος. Το οριζόντιο τέλειωσε, είναι για μας. Αλλά το κάθετο είναι ακόμα ελεύθερο» Οι κάθετοι κήποι λοιπόν έγιναν το πάθος του και έργο ζωής. Ο ίδιος είναι σήμερα Διδάκτωρ του Πανεπιστημίου Pierre & Marie Curie στο Παρίσι, ενώ έχει ταξιδέψει στη Μαλαισία και στην Ταϊλάνδη για να μελετήσει από κοντά τα τροπικά δάση και έχει υπάρξει ερευνητής στο Εθνικό Κέντρο Ερευνών του Παρισιού.

Στα δάση της Μαλαισίας όπου πέρασε μεγάλο χρονικό διάστημα, παρατήρησε τα φυτά να φύονται σε βραχώδεις επιφάνειες και ανακάλυψε μερικά νέα είδη τροπικών φυτών ενώ διαπίστωσε ότι στα μέρη με πυκνή βλάστηση τα φυτά μαθαίνουν να συγκατοικούν. «Κάτω από τη σκιά των δέντρων, αυτοί οι οργανισμοί παλεύουν για λίγο φως κι έτσι μαθαίνουν να ζούνε μαζί αναπτύσσοντας εκπληκτικές στρατηγικές για να προσαρμοστούν.

Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούν νέα σχήματα και συμπεριφορές», σημειώνει ο Γάλλος βοτανολόγος. Το έργο του εκτός από τη νέα αρχιτεκτονική διάσταση που δίνει στην κατασκευή κτιρίων είναι απόλυτα οικολογικό αφού μειώνει την κατανάλωση ενέργειας, προστατεύει από το κρύο και τη ζέστη και προσφέρει ένα φυσικό τρόπο καθαρισμού της ατμόσφαιρας. «Ένας κάθετος κήπος

---

<sup>140</sup> [http://www.georythmiki.gr/κάθετοι\\_κήποι](http://www.georythmiki.gr/κάθετοι_κήποι)



αρχίζει σαν πίνακας ζωγραφικής σε μια δυσδιάστατη επιφάνεια και καθώς τα φυτά αναπτύσσονται αποκτά όγκο» δηλώνει.

Οι πράσινες εγκαταστάσεις του Blanc έχουν ντύσει ήδη δεκάδες κτίρια σε όλο τον κόσμο από τη Νέα Υόρκη μέχρι το Νέο Δελχί και από το Παρίσι στο Τόκυο, με πιο εντυπωσιακή ίσως αυτή που καλύπτει τους τοίχους του μουσείου “Quai Branly” στο Παρίσι. Είναι η μεγαλύτερη μέχρι στιγμής στον κόσμο, έχει ύψος 25 μέτρα, καλύπτει μια επιφάνεια 800τ.μ. πάνω στην οποία φυτρώνουν 15.000 φυτά από 150 διαφορετικά είδη.



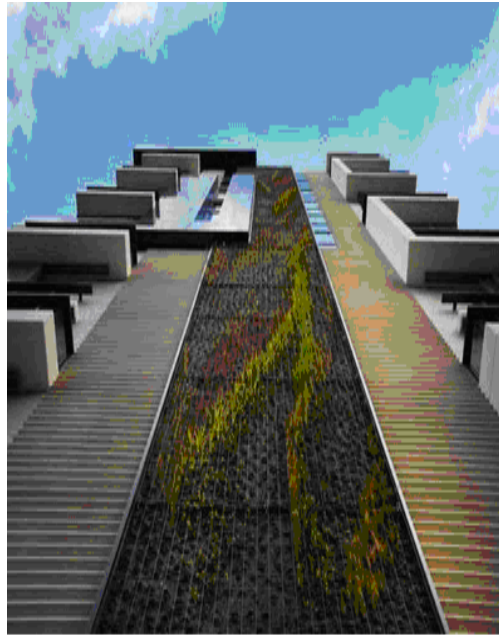
**Εικόνα 3.25:** Παρίσι, Μουσείο Quai Branly. **Εικόνα 3.26:** Bangkok, Siam Paragon.<sup>141</sup>

Η τεχνική του Blanc βασίζεται στην υδροπονία, αφού δε γίνεται χρήση χώματος αλλά τα φυτά βρίσκουν όλα τα θρεπτικά τους συστατικά στο νερό. Οι ρίζες των φυτών αναπτύσσονται μέσα σε μη βιοδιασπώμενο πύλημα πολυαμίδης (nylon) το οποίο έχει τη δυνατότητα να συγκρατεί νερό (συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται δύο στρώσεις πύληματος πολυαμίδης τριών χιλιοστών πάχους η καθεμία) και στη συνέχεια να το διανέμει σταδιακά και ομοιόμορφα.

Τα φυτά τοποθετούνται εκεί αυτούσια ή υπό τη μορφή σπόρων. Το πλέγμα συρράπτεται πάνω σε στρώμα PVC (πολυουρεθάνης) πάχους 10 χιλιοστών, καθιστώντας έτσι την όλη κατασκευή άκαμπτη και κατά συνέπεια υδατοστεγή.

<sup>141</sup> Πηγή εικόνων: [[http://www.georhythmiki.gr/κάθετοι\\_κήποι](http://www.georhythmiki.gr/κάθετοι_κήποι)]

Κατόπιν αυτές οι δύο στρώσεις στερεώνονται σε μεταλλικό σκελετό ο οποίος εφαρμόζεται πάνω στον τοίχο δημιουργώντας ένα στρώμα αέρα το οποίο λειτουργεί ως ένα πολύ αποδοτικό θερμομονωτικό και ηχομονωτικό σύστημα. Το όλο σύστημα λειτουργεί σαν τα βρύα που σχηματίζονται πάνω στα βράχια από την υγρασία και όπως προαναφέρθηκε βασίζεται στο υδροπονικό σύστημα. Το πότισμα είναι αυτόματο, το νερό επαναχρησιμοποιείται και η συχνότητά του ποτίσματος ελέγχεται από ένα ηλεκτρονικό μικροσίπ.



**Εικόνα 3.27:** Ο ψηλότερος κάθετος κήπος 150 μέτρων του Patrick Blanc στο Σύδνεϋ Αυστραλίας.<sup>142</sup>

Πιο συγκεκριμένα, το νερό παρέχεται από την κορυφή του τοίχου, ενώ το πλεόνασμα συλλέγεται σε ένα λούκι στη βάση και με τη βοήθεια αντλίας οδηγείται ξανά στην κορυφή, για να χρησιμοποιηθεί εκ νέου. Το στρώμα με τα φυτά ενυδατώνεται με το θρεπτικό διάλυμα με βάση το τριχοειδές φαινόμενο ενώ το διάλυμα ρέει προς τα κάτω στον τοίχο μέσω της βαρύτητας. Επιπλέον, καθώς οι ρίζες τροφοδοτούνται με μικρές ποσότητες νερού σε τακτικά χρονικά διαστήματα, αναπτύσσονται επιφανειακά και όχι σε βάθος, με αποτέλεσμα να αφήνουν ανέπαφο τον φέροντα τοίχο προστατεύοντάς τον από ενδεχόμενη φθορά. Ο σκελετός μπορεί να είναι αυτοφερόμενος ή να αναρτάται από τοίχο. Το συνολικό

<sup>142</sup> Πηγή εικόνας: [[http://www.georhythmiki.gr/κάθετοι\\_κήποι](http://www.georhythmiki.gr/κάθετοι_κήποι)]



βάρος είναι μικρότερο από τριάντα κιλά ανά τετραγωνικό μέτρο και μπορεί να εφαρμοσθεί σε οποιονδήποτε τοίχο, ανεξάρτητα από το μέγεθός του.

Οι κήποι μπορούν να εφαρμοστούν και εσωτερικά και εξωτερικά. Στους κάθετους κήπους του Blanc πράσινο και κτιστό συνυπάρχουν αρμονικά σε ένα σύστημα που λειτουργεί αυτόματα και απαιτεί ελάχιστη συντήρηση αφού τα φυτά ποτίζονται αυτόματα με νερό και ανόργανες ουσίες.

### **3.3.4 Φυτικό υλικό στους κάθετους κήπους<sup>143</sup>**

Η επιλογή των φυτών στον «κάθετο κήπο» προσαρμόζεται στις κλιματικές ανάγκες κάθε περιοχής. Το σύστημα υποστήριξης των φυτών στον «κάθετο κήπο» είναι αρκετά ελαφρύ και μπορεί να προσαρμοστεί οπουδήποτε, χωρίς να υπάρχει περιορισμός στην επιφάνεια κάλυψης αφού συνήθως χωράνε τριάντα φυτά ανά τετραγωνικό μέτρο.

Όπως γίνεται σε κάθε σχέδιο φύτευσης έτσι και στους κάθετους κήπους λαμβάνουμε υπόψη μας το προσανατολισμό και το κλίμα της περιοχής. Φυτά που βρίσκονται στα ανώτερα μέρη του τοίχου έχουν διαφορετικές συνθήκες φωτισμού, υγρασίας και αερισμού από αυτά στα χαμηλότερα μέρη του τοίχου. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε το μικρόκλιμα της κάθε περιοχής που θέλουμε να φυτεύσουμε, ώστε τα φυτά να δέχονται τον απαραίτητο φωτισμό για την επιβίωσή του, ενώ ειδικά σε εσωτερικούς κάθετους κήπους μπορεί να χρειαστεί και συμπληρωματικός φωτισμός. Άρα για την επιλογή κατάλληλων φυτών για κάθετους κήπους σημαντικό ρόλο παίζει ο προσανατολισμός του τοίχου και το μικρόκλιμα της περιοχής.

Υπάρχουν πολλά είδη φυτών, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε περίπτωση για κάθετες φυτεύσεις. Παρακάτω ακολουθούν μερικά παραδείγματα:

- **Φυτά κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε ηλιόλουστα σημεία:** *Vitis* sp. (Αμπέλια), *Allyssum* sp. (Άλυσσος), *Genista acanthoclada* (Αφάνα) *Vervena* sp. (Βερβένα), *Berberis thunbergii* (Βερβερίδα), *Veronica* sp. (Βερονίκη νάνα), *Pelargonium* sp. (Γεράνι), *Rosmarinus officinalis* (Δεντρολίβανο έρπον), *Thymus vulgaris* (Θυμάρι), *Cotoneaster* sp. (Κυδωνίαστρο), *Cuphea* sp.

---

<sup>143</sup> Πηγή κειμένου: [[http://www.georythmiki.gr/κάθετοι\\_κήποι](http://www.georythmiki.gr/κάθετοι_κήποι)]

(Κουφέα), *Lantana camara* (Λαντάνα νάνα), *Lavandula* sp. (Λεβάντα), *Santolina chamaecyparissus* (Λεβαντίνη), *Mesembrianthemum* sp. (Μπούζι), *Spiraea* sp. (Σπειραία έρπουσα), *Teucrium* sp. (Τεύκριο έρπον), *Salvia triloba* (Φασκόμηλο).

- **Αναρριχώμενα με γρήγορη ανάπτυξη:** *Lonicera caprifolium* (Αγιόκλημα), *Bougainvillea spectabilis* (Μπουκανβίλια), *Wisteria sinensis* (Γλυτσίνια), *Hedera helix* (Κισσός), *Vitis vinifera* (Κληματαριά), *Polygonum* sp. (Πολύγωνο) *Trachelospermum jasminoides* (Ρυγχόσπερμο)
- **Κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε θέσεις με άνεμο και κρύο:** *Pittosporum tobira* “nanum” (Αγγελική νάνα), *Berberis thunbergii* (Βερβερίδα), *Vinca* sp. (Βίγκα), *Rosmarinus officinalis* (Δεντρολίβανο έρπον), *Erica* sp. (Έρικα, ρείκι), *Hedera helix* (Κισσός), *Cotoneaster* sp. (Κυδωνίαστρο), *Lavandula* sp., (Λεβάντα), *Santolina chamaecyparissus* (Λεβαντίνη), *Spiraea* sp. (Σπειραία έρπουσα), *Teucrium* sp. (Τεύκριο έρπον)
- **Κατάλληλα για κάθετη φύτευση σε σκιερά σημεία:** *Lonicera caprifolium* (Αγιόκλημα), *Berberis thunbergii* (Βερβερίδα), *Veronica* sp. (Βερονίκη), *Vinca minor* (Βίγκα νάνα), *Cotoneaster* sp. (Κυδωνίαστρο), *Hedera helix* (Κισσός), *Trachelospermum jasminoides* (Ρυγχόσπερμο), *Nephrolepis* sp. (Φτέρη, διάφορα είδη)

### **3.3.5. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα κάθετων κήπων**

Οι κάθετοι κήποι πλεονεκτούν στα εξής σημεία:

- Βελτιώνουν την αισθητική όψη του κτιρίου.
- Παρέχουν ηχομόνωση, καθώς το φύλλωμα απορροφά τους ήχους περιορίζοντας τις επιπτώσεις από την ηχορύπανση (τα φύλλα δε διακρίνονται για την απορρόφηση του ήχου, αλλά ολόκληρο το φυτό μαζί και με το υπόστρωμα ανάπτυξής του, μπορεί να μειώσει το θόρυβο σημαντικά σε πολλές οδικές αρτηρίες.
- Επεκτείνουν το όριο ζωής των επιφανειών λόγω μεγαλύτερης προστασίας από τα καιρικά φαινόμενα.

- Στην εξοικονόμηση ενέργειας λόγω αυξημένης μόνωσης.
- Προστατεύουν από την υπέρυθρη ακτινοβολία.
- Μετριάζουν την πίεση που ασκεί ο αέρας, καθιστώντας το κτίριο περισσότερο αεροστεγές
- Περιορίζουν σημαντικά την αύξηση αλλά και την απώλεια θερμότητας που παρατηρείται στα κτίρια (μελέτη που έγινε από τον Hoqano στο Τόκυο έδειξε διαφορά 10 °C μεταξύ φυτοκαλυμμένων τοίχων και μη φυτοκαλυμμένων). Επίσης, έρευνες έχουν δείξει ότι τοίχοι κτιρίων που καλύπτονται από πράσινο προωθούν τη μείωση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό των κτιρίων κατά τους θερμούς μήνες με αποτελέσματα το κόστος ενέργειας να μειώνεται κατά 23% (Bass et al, 2001).
- Μπορεί να αποτελέσουν ένα μέσο αύξησης της βιοποικιλότητας του αστικού περιβάλλοντος, φυτεύοντας είδη που έχουν ή τείνουν να εξαφανισθούν.
- Βελτιώνουν τη ποιότητα του αέρα επειδή τα φυτά συγκρατούν τα αιωρούμενα σωματίδια και τη σκόνη (έρευνα στο Πανεπιστήμιο Guelf, του Καναδά έδειξε ότι η βλάστηση σε τοίχους συνέβαλλε στη μείωση της συγκέντρωσης αιθυλοβενζολίου κι άλλων επιβλαβών ενώσεων (Darlington, 2001) ).
- Απορροφούν ποσότητα βροχής, οπότε γίνεται καλύτερη διαχείριση όμβριων υδάτων και μειώνονται οι πλημμύρες (μελέτες έδειξαν, ότι οι κάθετοι κήποι απορροφούν ποσότητα από το νερό της βροχής επιτυγχάνοντας έτσι καλύτερη διαχείριση των όμβριων υδάτων και μειώνοντας τις πλημμύρες εντός των πόλεων). Σε πολλές περιπτώσεις κάθετων κήπων συλλέγεται το νερό της βροχής, το οποίο εμπλουτίζεται με θρεπτικά στοιχεία και επανακυκλοφορεί (Loh, 2008). xi. συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση της ρύπανσης, απορροφώντας τις ρυπαντικές ουσίες.
- Μειώνουν την αντανακλώμενη θερμότητα.

### **3.4 Φυτοτεχνική επέμβαση**<sup>144</sup>

#### **3.4.1. Εισαγωγή**

Το πράσινο παίζει σημαντικό ρόλο στον βιοκλιματικό σχεδιασμό, καθώς πέρα από την ευεργετική έκλυση οξυγόνου και την απορρόφηση διοξειδίου του άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης, προσφέρει σκίαση και δροσισμό στα παρακείμενα κτίρια και στις επιφάνειες κάτω από τα δένδρα.

Η κύρια διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται ο δροσισμός είναι η διαπνοή, που είναι μια φυσιολογική διεργασία των φυτών κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το φυτό απορροφά νερό από το έδαφος, το οποίο αποβάλλει υπό μορφή υδρατμών κυρίως από τα φύλλα, αλλά και από άλλα μέρη του φυτού, μέσω ειδικών μικρών ανοιγμάτων, των στομάτων. Με αυτόν τον μηχανισμό, που είναι αντίστοιχος με την εφίδρωση στον άνθρωπο, και μπορεί να λειτουργήσει σαν ένα φυσικό «air condition», γίνεται ο δροσισμός των φύλλων και βέβαια η μεταφορά θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Να σημειωθεί ότι εάν το νερό που αποβάλλεται δεν αναπληρώνεται από το έδαφος, τότε έχουμε παροδική μάρανση του φυτού (η φύτευση θάμνων και φυτών εδαφοκάλυψης θα μειώσει την επιφανειακή εξάτμιση νερού από το έδαφος). Σε γειτονιές πόλεων με δένδρα έχει μετρηθεί η θερμοκρασία 2-30 C χαμηλότερη από αυτήν σε γειτονιές των ίδιων πόλεων χωρίς δένδρα.

Έρευνες έχουν δείξει ότι περίπου το 10% της ατμοσφαιρικής υγρασίας οφείλεται στην διαπνοή των φυτών. Ο ρυθμός διαπνοής επηρεάζεται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος (η οποία σε φυσικές συνθήκες επηρεάζεται από την ηλιοφάνεια, επομένως και τις γεωγραφικές συντεταγμένες), από τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, την εδαφική υγρασία και το φυτικό είδος.

Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία τόσο ταχύτερος ο ρυθμός της διαπνοής, ενώ όσο αυξάνεται η σχετική υγρασία τόσο βραδύτερος ο ρυθμός της διαπνοής. Ο άνεμος μετακινεί τις αέριες μάζες, επομένως και τον υγρό αέρα που περιβάλλει τα φυτά, τον οποίο ξηραίνει, άρα αυξάνει την διαπνοή. Εάν η εδαφική υγρασία είναι

---

<sup>144</sup> Πηγή κειμένου: [ Μίχου Μαρία, (2011), «Τεχνική έκθεση και Τεχνική περιγραφή φυτοτεχνικής μελέτης (Φ1) για την Ανάπλαση και την Βιοκλιματική Αναβάθμιση του κέντρου της Αμαλιάδας», Δεκέμβριος 2011, Αθήνα]

περιορισμένη, μειώνει την μακροβιότητα των φυτών και την διαπνοή τους. Επίσης ένα συμπαγές έδαφος δεν αποδεσμεύει εύκολα νερό προς τις ρίζες των φυτών. Όσον αφορά τα φυτικά είδη, είναι γνωστό ότι τα φυτά αναπτύσσουν μηχανισμούς ώστε να προσαρμοστούν σε ξηροθερμικά κλίματα και να μειώσουν τις απώλειες μέσω διαπνοής.

Παράδειγμα πλήρους προσαρμογής αποτελούν οι κάκτοι, ενώ ενδιάμεσες καταστάσεις παρατηρούνται στην ελιά, στο πεύκο, στα αρωματικά φυτά (μικρότερα και λιγότερα στόματα, βελονοειδή φύλλα, κηρώδης προστατευτική επιφάνεια στα φύλλα κ.λ.π.), σε αντίθεση με τα πλατύφυλλα φυλλοβόλα. Γι' αυτό τα φυλλοβόλα πλατύφυλλα λειτουργούν περισσότερο ευεργετικά όσον αφορά τη μείωση της θερμοκρασίας και τον δροσισμό στον βιοκλιματικό σχεδιασμό.

Τα φυτά λειτουργούν επίσης σαν μέσο ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας και μπορούν να την παρεμποδίσουν πλήρως ή απλώς να την φιλτράρουν. Ο έλεγχος αυτός σχετίζεται με την μορφή και την πυκνότητα της κόμης τους. Η πιο αποτελεσματική κατηγορία φυτών είναι τα φυλλοβόλα δένδρα. Τα κλαδιά και το φύλλωμα των δένδρων απορροφούν μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, μειώνοντας έτσι την θερμοκρασία του εδάφους. Η σκίαση των χώρων λοιπόν, γίνεται με τη χρήση φυλλοβόλων δένδρων, στην ανατολική και ιδιαίτερα στη νότια πλευρά.

Έτσι σκιάζουν το καλοκαίρι ενώ τον χειμώνα μετά την πτώση του φυλλώματος αφήνουν τις ευεργετικές ακτίνες του ήλιου να περνούν (με μειωμένη ένταση όμως, γιατί και μόνο τα κλαδιά ενός φυλλοβόλου δένδρου μπορούν να περιορίσουν τις ηλιακές ακτίνες σε ποσοστό που φτάνει και το 30%). Αειθαλή δένδρα μπορούν να φυτευτούν, εάν χρειάζεται, στην βόρεια πλευρά, σαν ανεμοθραύστες για τους κρύους βόρειους ανέμους. Πάντως, ακόμη και μόνο η ύπαρξη δένδρων, ανεξαρτήτως είδους, που λειτουργούν σαν εμπόδιο στη ροή του ανέμου, συμβάλλει στην μείωση της ταχύτητάς του. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να δημιουργηθούν κοντά σε κτίρια όγκοι σχετικά ακίνητου αέρα που μονώνουν το κτίριο χειμώνα - καλοκαίρι.

**Τέλος, το πράσινο επηρεάζει θετικά την ποιότητα ζωής:**

1. Λειτουργώντας σαν στοιχείο ηχοπροστασίας. Η ποικιλομορφία στο φυτικό υλικό λειτουργεί πιο αποτελεσματικά στη ρύθμιση του ήχου, γιατί



φυλλάματα διαφορετικών ειδών απορροφούν διαφορετικές συχνότητες ήχου.

2. Συγκρατώντας σκόνη και ρύπους με το φύλλωμά τους.
3. Ελέγχοντας με βιολογικό τρόπο παθογόνους μικροοργανισμούς μέσω ουσιών που εκλύουν ορισμένα φυτικά είδη.

### **3.4.2. Βασικές αρχές**

Η παρούσα φυτοτεχνική μελέτη έχει σαν κύριο σκοπό τη διατήρηση, κατά το δυνατόν, του υπάρχοντος φυτικού υλικού και την επιλογή νέου με τέτοιο τρόπο ώστε να διασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητά του και έτσι να επιτευχθεί η μέγιστη αποτελεσματικότητα της φύτευσης όσον αφορά την βιοκλιματική αναβάθμιση του χώρου. Επίσης σε συνδυασμό με την αρχιτεκτονική μελέτη επιδιώκεται η γενικότερη βελτίωση της λειτουργικότητας και αισθητικής του χώρου.

Η συνολική σχεδίαση και η επιλογή των φυτικών ειδών έγινε με γνώμονα :

- Την καλή προσαρμογή και συμπεριφορά των φυτών στις εδαφολογικές, αλλά κυρίως στις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής. Επιλέγονται πολλά είδη της ελληνικής χλωρίδας. Στον πίνακα που ακολουθεί των προτεινόμενων φυτών σημειώνονται με αστερίσκο τα ιθαγενή φυτά της Ελλάδας. Πολλά άλλα από τα προτεινόμενα είδη ανήκουν στο ίδιο γένος με ιθαγενή φυτά (όπως *Cotoneaster*, *Acer*, *Viburnum*), ενώ άλλα έχουν άριστη προσαρμογή στις ελληνικές συνθήκες (όπως *Buddleja*, *Lavandula*, *Plumprago* κλπ).
- Την αντοχή των φυτών στη ξηρασία και τις περιορισμένες απαιτήσεις σε συντήρηση (να σημειωθεί, ότι τα πρώτα χρόνια η άρδευση των φυτών θα πρέπει να είναι πλούσια και ανελλιπής, παρά την όποια ανθεκτικότητά τους).
- Την διατήρηση της βιοποικιλότητας, ώστε τα διαφορετικά φυτά με τις αλληλεπιδράσεις τους να συμβάλλουν στην δημιουργία ενός υγιούς μικροοικοσυστήματος, με περιορισμένες ανάγκες για φυτοπροστασία.

- Την μορφολογία και πυκνότητα του φυλλώματος, καθώς και τον σχετικά γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης, ώστε να σκιάσουν ικανοποιητικά τον χώρο, τις διαδρομές, τα καθιστικά κλπ, σε σύντομο χρονικό διάστημα. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κυρίως φυλλοβόλα δένδρα, τα οποία αφ' ενός επιτρέπουν την διέλευση του ήλιου κατά τους χειμερινούς μήνες, και αφ' ετέρου, όσον αφορά την διαπνοή και τον δροσισμό κατά το καλοκαίρι, είναι πιο αποτελεσματικά συγκρινόμενα με τα αειθαλή.
- Την δημιουργία αειθαλούς και ανθεκτικής χαμηλής βλάστησης, που θα λειτουργεί σαν εδαφοκάλυψη και θα μειώνει την εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους.
- Την υφή, το χρώμα και το άρωμα φυλλώματος, ανθέων και καρπών, ώστε να δημιουργείται από κάθε άποψη ένα ευχάριστο περιβάλλον.
- Την επιλογή φυτικών ειδών που θα προσελκύσει την άγρια πανίδα στο εσωτερικό της πόλης. Αυτά μπορεί να είναι ψηλά δένδρα, όπου θα φωλιάσουν με ασφάλεια τα πουλιά, καθώς επίσης δένδρα και θάμνοι, τα οποία με τα άνθη ή τους καρπούς τους, προσελκύουν πουλιά, πεταλούδες κλπ (όπως *Buddleia*, *Viburnum*, *Cotoneaster*, *Lavandula*, *Cistus*, *Thymus*, *Origanum*, *Lippia* κλπ).
- Την ολοκληρωμένη διαχείριση του πρασίνου στον αστικό χώρο με την αξιοποίηση των φυτικών υπολειμμάτων.
- Την αρμονία στην κλίμακα.

Αναλυτικά τα είδη των προτεινόμενων φυτών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 3.6:** Είδη των προτεινόμενων φυτών για την πλατεία Γεωργίου.<sup>145</sup>

<b>1</b>	<i>Acer negundo</i> – Σφενδάμι
<b>2</b>	<i>Bauhinia purpurea</i> – Μποχίνια
<b>3</b>	<i>Buddleja davidii</i> – Βουδλέϊα

<sup>145</sup> Πηγή πίνακα: [Μίχου Μαρία, (2011), «Τεχνική έκθεση και Τεχνική περιγραφή φυτοτεχνικής μελέτης (Φ1) για την Ανάπλαση και την Βιοκλιματική Αναβάθμιση του κέντρου της Αμαλιάδας», σελ: 12]

4	<i>Celtis australis</i> – Κελτίς / Μελικουκιά *
5	<i>Cercis siliquastrum</i> - Κουτσουπιά *
6	<i>Ceratonia siliqua</i> – Χαρουπιά *
7	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> – Αμπέλοψη *
8	<i>Elaeagnus angustifolia</i> – Μοσχοϊτιά *
9	<i>Hedera helix</i> – Κισσός (εδαφοκάλυψης “εσ.χώρου”) *
10	<i>Hibiscus syriacus</i> – Ιβίσκος συριακός (από μεταφύτευση)
11	<i>Viburnum tinus</i> “ <i>Lucidum</i> ” – Βιβούρνο
12	<i>Brachychiton acerifolius</i> – Βραχυχήτων
13	<i>Morus</i> sp. - Μουριά *
14	<i>Nerium oleander</i> - Πικροδάφνη (από μεταφύτευση) *
15	<i>Prunus cerasifera</i> “ <i>Pissardii</i> ” – Προύνος / Καλλωπιστική Δαμασκηλιά
16	<i>Populus alba</i> - Λεύκα αργυρόφυλλη *
17	<i>Robina pseudoacacia</i> “ <i>Casque Rouge</i> ” - Ροβίνια κόκκινη
18	<i>Washingtonia filifera</i> – Ουασιγγκτόνια
19	<i>Schinus molle</i> – Ψευδοπιπεριά
20	<i>Ulmus campestris</i> – Φτελιά / Καραγάτσι *
21	<i>Cotoneaster salicifolius</i> – Κυδωνίαστρο
22	<i>Cotoneaster franchetii</i> – Κυδωνίαστρο
23	<i>Plumprago capensis</i> – Πλουμπάγκο
24	<i>Rosmarinus officinalis</i> – Δενδρολίβανο *
25	<i>Lavandula dentata</i> – Λεβάντα οδοντωτή πράσινη
26	<i>Cistus creticus</i> – Λαδανιά *
27	<i>Thymus prostratus</i> - Θυμάρι έρπον *
28	<i>Origanum majorana</i> – Μαντζουράνα *
29	<i>Lippia citriodora</i> – Λουίζα

### 3.4.3 Περιγραφή φυτικών ειδών<sup>146</sup>

- **Acer negundo – Σφενδάμι**



Δένδρο φυλλοβόλο ύψους 12-15μ., γρήγορης ανάπτυξης, με πολύ διακλαδισμένη κόμη και ωραίο ανοιχτό πράσινο χρώμα. Φυτό εύρωστο και πολύ ανθεκτικό στην ξηρασία. Κατάλληλο για δενδροστοιχίες.

- **Buddleja davidii – Βουδλέϊα**

Θάμνος φυλλοβόλος πολύ γρήγορης ανάπτυξης, ύψους 2-4 μ., με γκριζοπράσινα φύλλα και μεγάλες επάκριες ταξιανθίες. Ανθίζει συνεχώς από νωρίς το καλοκαίρι μέχρι και το φθινόπωρο. Χωρίς εδαφικές απαιτήσεις και ανθεκτικό σε παραθαλάσσιες περιοχές και στη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

---

<sup>146</sup> Πηγή κειμένου και εικόνων: [Μίχου Μαρία, (2011), «Τεχνική έκθεση και Τεχνική περιγραφή φυτοτεχνικής μελέτης (Φ1) για την Ανάπλαση και την Βιοκλιματική Αναβάθμιση του κέντρου της Αμαλιάδας», σελ: 22-43]





- **Celtis australis** – Κελτίς / Μελικουκιά

Δένδρο φυλλοβόλο ύψους 20μ., με πυκνή και σκιερή κόμη. Πολύ ανθεκτικό στη ζέστη, ξηρασία, ρύπανση και σκόνη. Κατάλληλο για δενδροστοιχίες.





- **Cercis siliquastrum - Κουτσουπιά**



Δένδρο φυλλοβόλο, ύψους 8-10μ., Ανθίζει τους μήνες Μάρτιο-Απρίλιο, πριν την έκπτυξη των φύλλων, με άνθη ροδοπόρφυρα, φύλλα πράσινα γλαυκά, καρδιόσχημα στη βάση και λεία. Φυτό χωρίς ιδιαίτερες εδαφικές απαιτήσεις. Ανθεκτικό στη ρύπανση της ατμόσφαιρας και σε ασβεστούχα εδάφη. Φυτεύονται μεμονωμένα και σε δενδροστοιχίες.

- **Ceratonia siliqua – Χαρουπιά**

Δένδρο αειθαλές ύψους 8-12 μ., με πλατιά και κομψή κόμη, βαθυπράσινου χρώματος. Φύλλα ωοειδή, δερματώδη, κίτρινα άνθη το φθινόπωρο, καρποί χέδροπες 15-20 εκ. εδώδιμοι και γλυκείς. Προσαρμόζεται σε όλα τα εδάφη. Ανθεκτικό στην ξηρασία και ατμοσφαιρική ρύπανση.





- **Viburnum tinus "Lucidum" – Βιβούρνο**

Αειθαλής πολύ ανθεκτικός θάμνος, ύψους 3-4μ. Φύλλα μεγάλα φωτεινά πράσινα και πολύ γυαλιστερά, δερματώδη.





- **Nerium oleander – Πικροδάφνη**

Θάμνος αειθαλής, ύψους 3-4 μ., με λογχωτά πράσινα φύλλα. Ανθίζει από νωρίς το καλοκαίρι μέχρι και το φθινόπωρο. Χωρίς εδαφικές απαιτήσεις, ανθεκτικό σε ξηροθερμικές συνθήκες, σε παραθαλάσσιες περιοχές και στην ρύπανση της ατμόσφαιρας.



### **3.4.4 Προτεινόμενη επέμβαση**

Στην πλατεία Γεωργίου ήδη υπάρχει σταθερό γραμμικό πράσινο με δεντροστοιχίες τοποθετημένες δεξιά και αριστερά στις παρειές της πλατείας με τις οδούς Κορίνθου και Μαιζώνος καθώς και φυτεύσεις γύρω από τα ήδη υπάρχοντα σιντριβάνια.

Το συγκεκριμένο πράσινο χαμηλών ποών και λουλουδιών είναι φυτεμένο σε κλιμακωτά παρτέρια διαστάσεων: 15,00μ x 7,00μ (x2) και 7,00μ x 7,00μ (x2) αναλογικά για κάθε σιντριβάνι.

Με βάση την πρόταση προστίθενται περιμετρικά της κατασκευής των υπόστεγων αι νέα παρτέρια όπου θα φυτευτούν ανθεκτικά στις καιρικές συνθήκες και στη ρύπανση αειθαλή φυτά χαμηλής βλάστησης έτσι ώστε να υπερδιπλασιαστεί η ποσότητα του πρασίνου προκειμένου να αποδίδεται στο χώρο περισσότερο οξυγόνο αλλά και να γίνεται μεγαλύτερη απορρόφηση των ρύπων από τα καυσαέρια και να μειώνεται η ηχορύπανση.

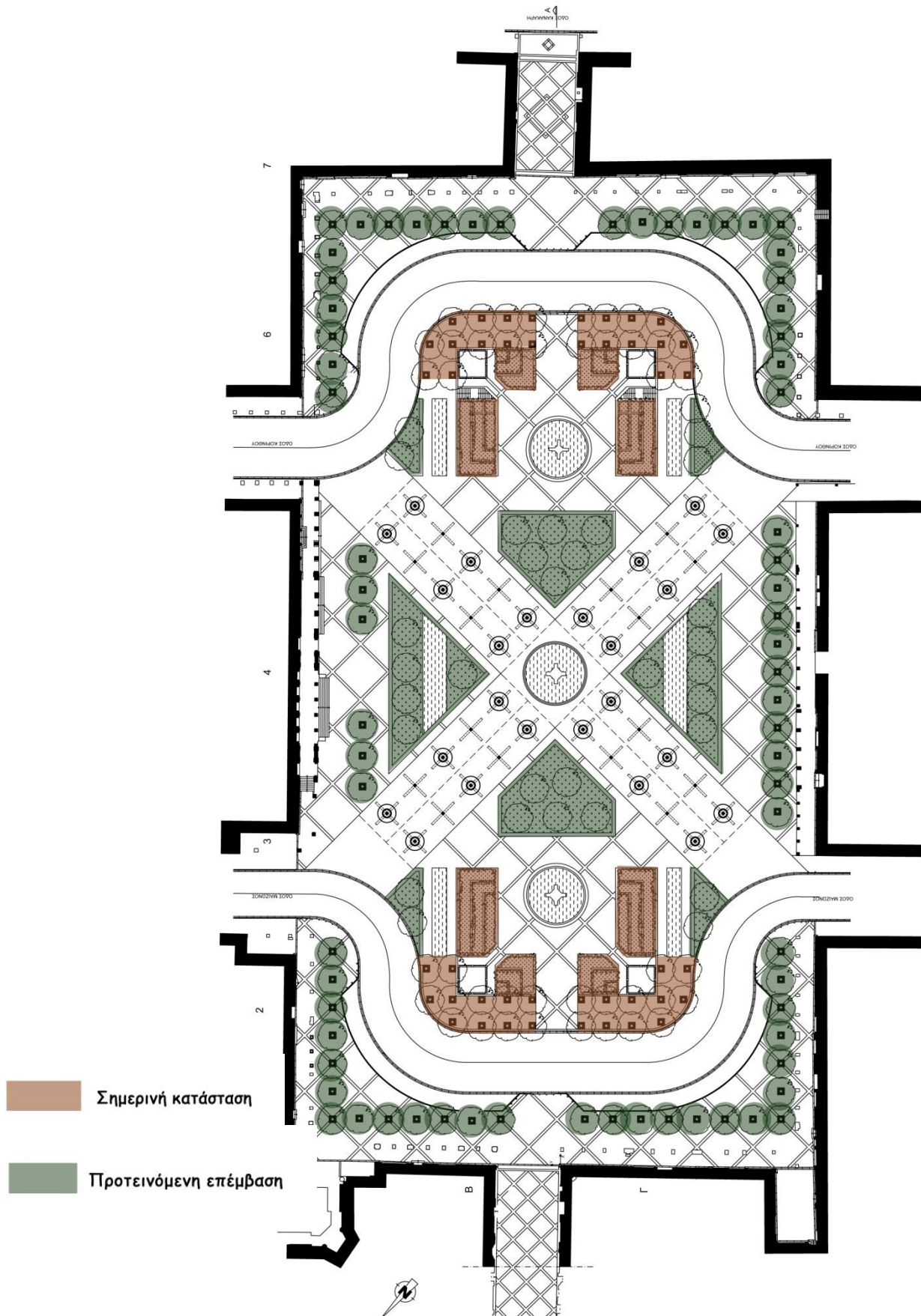
Επίσης θα πυκνωθεί η φύτευση στις υπάρχουσες δενδροστοιχίες έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα φυσικό πέτασμα παρακράτησης των ρύπων και των ήχων από την κίνηση των αυτοκινήτων στους γύρω οδούς.



**Εικόνα 3.28:** Πανοραμική άποψη πλατείας Γεωργίου.<sup>147</sup>

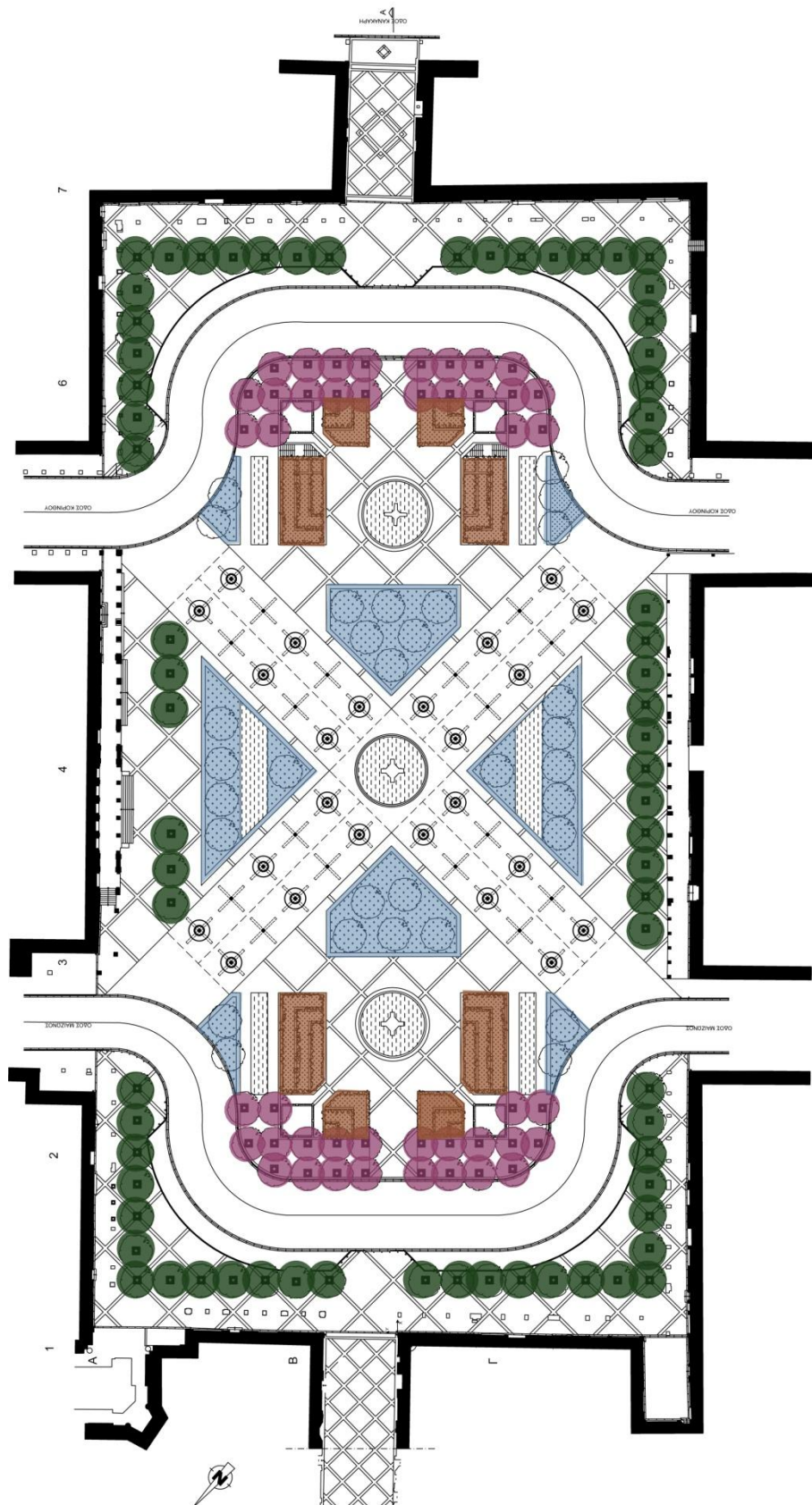
<sup>147</sup> Πηγή εικόνας: [<http://www.panoramio.com/user/3049317/tags/PATRA>]













Εικόνα 3.29: Προτεινόμενη φυτοτεχνική μελέτη πλατείας Γεωργίου (Σημερινή κατάσταση – Προτεινόμενη επέμβαση).





Εικόνα 3.30: Προτεινόμενη φυτοτεχνική μελέτη πλατείας Γεωργίου  
(Είδη δένδρων).

**Πίνακας 3.7:** Υπόμνημα δένδρων που θα τοποθετηθούν στην πλατεία Γεωργίου.

Όνομα	Χρώμα	Είδος	Ιδιότητες	Φωτογραφία
<b>Acer negundo – Σφενδάμι</b>		Δένδρο φυλλοβόλο ύψους 12- 15μ	Φυτό εύρωστο και πολύ ανθεκτικό στην ξηρασία	
<b>Cercis siliquastrum Κουτσουπιά</b>		Δένδρο φυλλοβόλο, ύψους 8-10μ	Ανθεκτικό στη ρύπανση της ατμόσφαιρας και σε ασβεστούχα εδάφη.	
<b>Ceratonia siliqua – Χαρουπιά</b>		Δένδρο αιθαλές ύψους 8- 12μ	Ανθεκτικό στην ξηρασία και ατμοσφαιρική ρύπανση	
<b>Nerium oleander – Πικροδάφνη</b>		Θάμνος αιθαλής, ύψους 3-4μ.	Ανθεκτικό σε ξηροθερμικές συνθήκες, και στην ρύπανση της ατμόσφαιρας	

### **3.5 Ψυχρά υλικά για επίστρωση**<sup>148</sup>

- **Πρόταση ψυχρών υλικών για επίστρωση στην πλατεία Γεωργίου**

Αντικατάσταση όλου του υφιστάμενου δαπέδου από ειδικά υλικά υψηλής ανακλαστικότητας που περιορίζουν την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών κατά την περίοδο του θέρους. Τα δάπεδα όλης της περιοχής αντικαθίστανται με «ψυχρούς» κυβόλιθους που διαθέτουν υψηλή ανακλαστικότητα και παρουσιάζουν ιδιότητες διατήρησης σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών κατά την θερινή περίοδο, συνεισφέροντας έτσι στην βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής επέμβασης.

Παρακάτω περιγράφονται τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν:

- **Τσιμεντόπλακες**

Οι επιστρώσεις πεζοδρομίων θα γίνουν με τσιμεντόπλακες λευκές ή έγχρωμες (γκρι), όπως φαίνεται στο αντίστοιχο σχέδιο της πρότασης εδαφοκάλυψης, περιέχουσες ψυχρά υλικά (cool materials), και τσιμέντα φιλικής προς το περιβάλλον τεχνολογίας, διαστάσεων 40x40 cm, οποιουδήποτε σχεδίου και σε υποδομή οπλισμένου σκυροδέματος.

Η εφαρμογή και τοποθέτηση των εν λόγω υλικών, πραγματοποιείται είτε χωρίς την δημιουργία αρμών, είτε με την πλήρωση των αρμών με ειδικό τσιμεντοειδή στόκο ο οποίος τοποθετείται επί τόπου στους αρμούς με την χρήση ειδικής φύσιγγας αρμολόγησης και εξομαλύνεται με κατάλληλο εξοπλισμό. Ανάμεσα στις πλάκες αυτού του τύπου θα τοποθετηθούν πλάκες όδευσης για τυφλούς, στο πλαίσιο της πολιτικής διευκόλυνσης της πρόσβασης ΑΜΕΑ στη περιοχή παρέμβασης.

---

<sup>148</sup> Πηγές κειμένου και εικόνων:

- Τσίτουρα Μαριάννα, Παπαδάκη Αφροδίτη, Βακάλης Περικλής, Ευθυμίου Γιώργος, (2012), Τεχνική έκθεση για "Ανάπλαση κεντρικής πλατείας Βαρύπετρου Δ.Ε. Θερισού", Αριθμός μελέτης: 46/2012, Χανιά
- Δήμος Ρεθύμνης, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, (2011), Τεχνική έκθεση - Μελέτη εφαρμογής για "Βιοκλιματικές Αναβαθμίσεις Ανοικτών Δημόσιων Χώρων Δ. Ρεθύμνης (Δυτικό Παραλιακό Μέτωπο), Ρέθυμνο



**Εικόνα 3.34:** Παράδειγμα από τσιμεντόπλακες σε δημόσιο χώρο (πλατεία).

- **Τσιμεντοκυβόλιθοι**

Το μεγαλύτερο ποσοστό των δαπεδοστρώσεων καλύπτεται από έγχρωμους τσιμεντοκυβόλιθους βατούς από οχήματα διαστάσεων 10x20x6εκ με προσθήκη τεχνολογίας ψυχρών υλικών (cool materials) στην σύστασή τους.

Οι τσιμεντοκυβόλιθοι βασίζονται σε τεχνολογία ψυχρών υλικών (cool materials) για τη βελτίωση θερμικών και περιβαλλοντικών επιδόσεων των εξωτερικών χώρων και υφίστανται συμπύκνωση της τελικής επιφάνειας με κατάλληλο δονητή και επιφανειακή επεξεργασία τεχνητής παλαιώσης.

Τα ψυχρά υλικά κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται με στόχο την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για δροσισμό και γενικότερα για την αντιμετώπιση του φαινομένου της αστικής νησίδας και των συνεπειών του. Οι ψυχρές ιδιότητες των έγχρωμων κυβόλιθων από σκυρόδεμα θα αφορούν στην μάζα των υλικών και όχι σε επιφανειακή τους επεξεργασία με κάποιο ψυχρό υλικό επικάλυψης ή βαφής, σε συνολικό πάχος που είναι σύμφωνο με τις συνήθεις πρακτικές κατασκευής του κάθε υλικού. Λόγω των πολλών διαφορετικών σχεδίων που μπορούν να έχουν τα συγκεκριμένα υλικά και για την δημιουργία πολλαπλών χρωματικών επιλογών, οι εργαστηριακές μετρήσεις για τον προσδιορισμό των ψυχρών τους ιδιοτήτων θα

λαμβάνονται και θα αφορούν σε όσο το δυνατό επίπεδες ομοιογενείς και ομοιόμορφες περιοχές της επιφάνειας του υλικού.

Στην μελέτη μας η δαπεδόστρωση είναι βατή από οχήματα και οι κυβόλιθοι τοποθετούνται και αρμολογούνται σε υπόβαση με αμμοκονίαμα 100gr τσιμέντου, πάνω σε οπλισμένο σκυρόδεμα C16/20 με 2 πλέγματα T131 το οποίο τοποθετείται σε μια στρώση νάιλον. Τα τμήματα των επεμβάσεων που είναι βατά από οχήματα είναι συνεπίπεδα με τις προσκείμενες διαμορφώσεις πεζοδρομίων.



**Εικόνα 3.35:** Παραδείγματα από τσιμεντοκυβόλιθοι και χρωματισμοί αυτών.



**ΤΟΜΗ ΣΤΟ ΚΡΑΣΠΕΔΟ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΔΡΟΜΟ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΙΣΟΣΤΑΘΜΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ**

**Εικόνα 3.36:** Λεπτομέρεια κατασκευής τσιμεντοκυβόλιθων.





**Εικόνα 3.37:** Παράδειγμα από τσιμεντοκυβόλιθοι σε δημόσιο χώρο (πλατεία).

- **Φωτοκαταλυτικό επίστρωμα πιστοποιημένο (βιομηχανικό, εμπορικό προϊόν)**

Με μείγμα ειδικού αναμεμιγμένου φωτοκαταλυτικού και ψυχρού τσιμεντοειδούς κονιάματος από επιλεγμένους αδρανείς κόκκους πυριτίου και από ειδικά έτοιμες πρόσθετες ουσίες, για την κάλυψη δρόμων συχνής και βαριάς κυκλοφορίας θα επιστρωθούν όλοι οι δρόμοι.

- **Φυσικά πετρώματα (Πέτρα Μολοσσών Ιωαννίνων ή ισοδυνάμου)**








Η πλατεία θα επιστρωθεί με ισομεγέθεις πλάκες δαπέδου από πέτρα Μολοσσών Ιωαννίνων ή ισοδυνάμου, διατομής 3x30 cm, και ελεύθερου μήκους έως 90cm, λείες. Οι πλάκες τοποθετούνται με ισχυρό σε υπόβαση από σπλισμένο σκυρόδεμα. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί για την τοποθέτηση όλων γενικά των υλικών που αναφέρονται (ψυχρές πλάκες και κυβόλιθοι ή φυσικούς λίθους κτλ.).

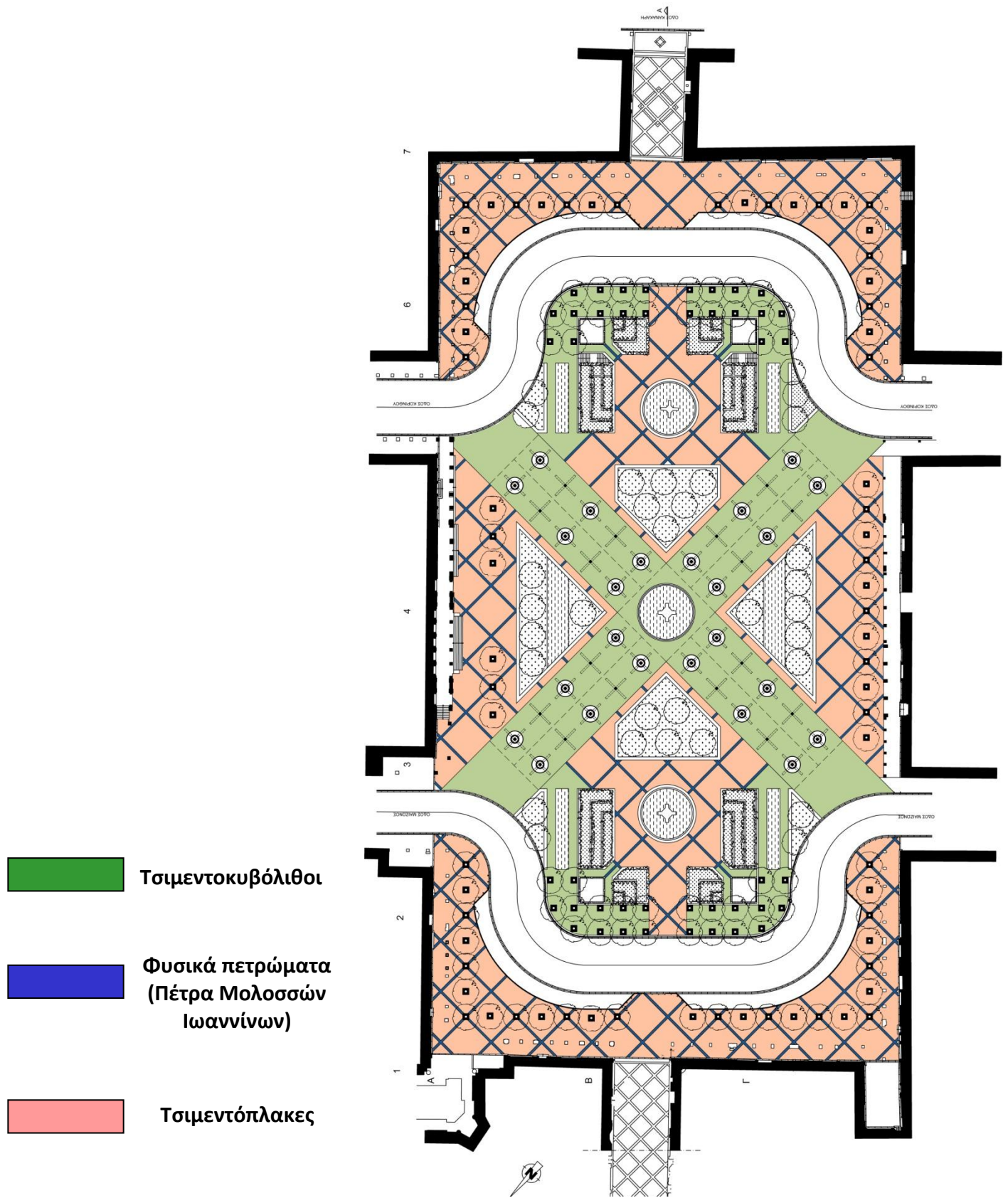


**Εικόνες 3.38 – 3.39:** Παραδείγματα από φυσικά πετρώματα σε δημόσιο χώρο.

Επί πλάκας δαπέδου από σκυρόδεμα τοποθετούνται τα στοιχεία με την παρεμβολή στρώσης ισχυρού τσιμεντοκονιάματος, το οποίο λειτουργεί ως συγκολλητικό υλικό. Η πλάκα δαπέδου πάχους 8cm κατασκευάζεται από σκυρόδεμα C12/15 και εδράζεται ομοιόμορφα επί συμπυκνωμένης στρώσης θραυστού υλικού της ΠΤΠ Ο 155, συμπυκνωμένου πάχους 10cm.

**Πίνακας 3.8:** Τιμές απορροφητικότητας, ανακλαστικότητας μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας διαφόρων υλικών.

ΥΛΙΚΑ	ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ(°C)	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ(°C)	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΥΛΙΚΩΝ
Κυβόλιθος μαρμάρινος ανοιχτού χρώματος	0,47	0,53	44,00	28,40	
Κυβόλιθος μαρμάρινος γκρι χρώματος	0,30	0,70	55,80	30,80	
Ασφαλτοστρωμένη επιφάνεια	0,07	0,93	50,20	33,80	
Τσιμεντένιες πλάκες	0,34	0,66	46,00	30,80	
Μάρμαρο κόκκινου χρώματος	0,40	0,60	47,40	30,80	
Πλακάκι κίτρινου χρώματος	0,55	0,45	43,40	38,20	
Πλακάκι γκρι χρώματος	0,45	0,55	47,40	35,20	



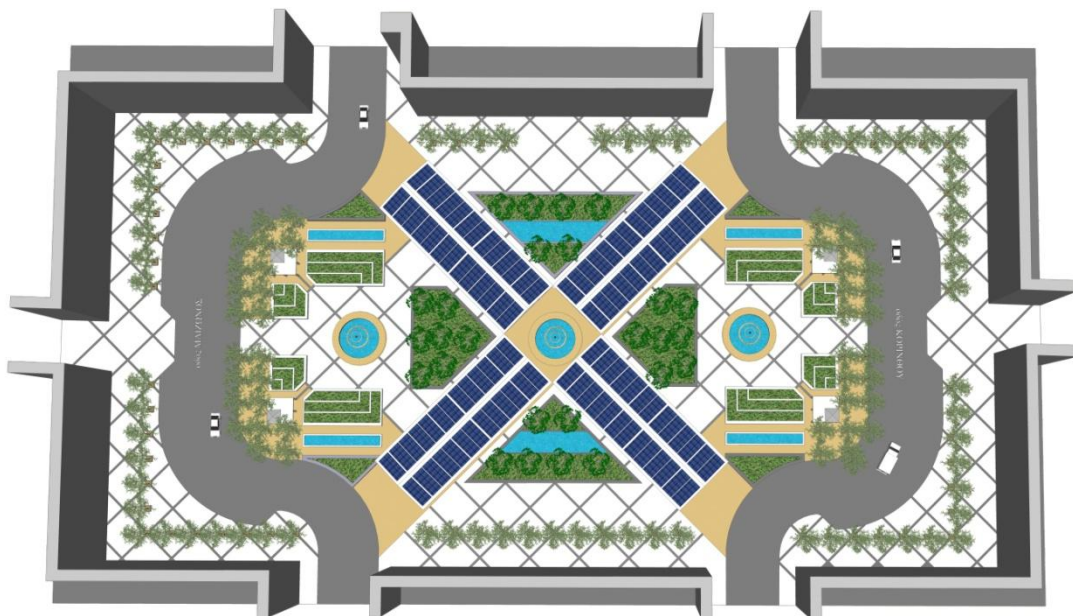
Εικόνα 3.40: Σχέδιο δαπεδόστρωσης πλατείας Γεωργίου με υπόμνημα υλικών.



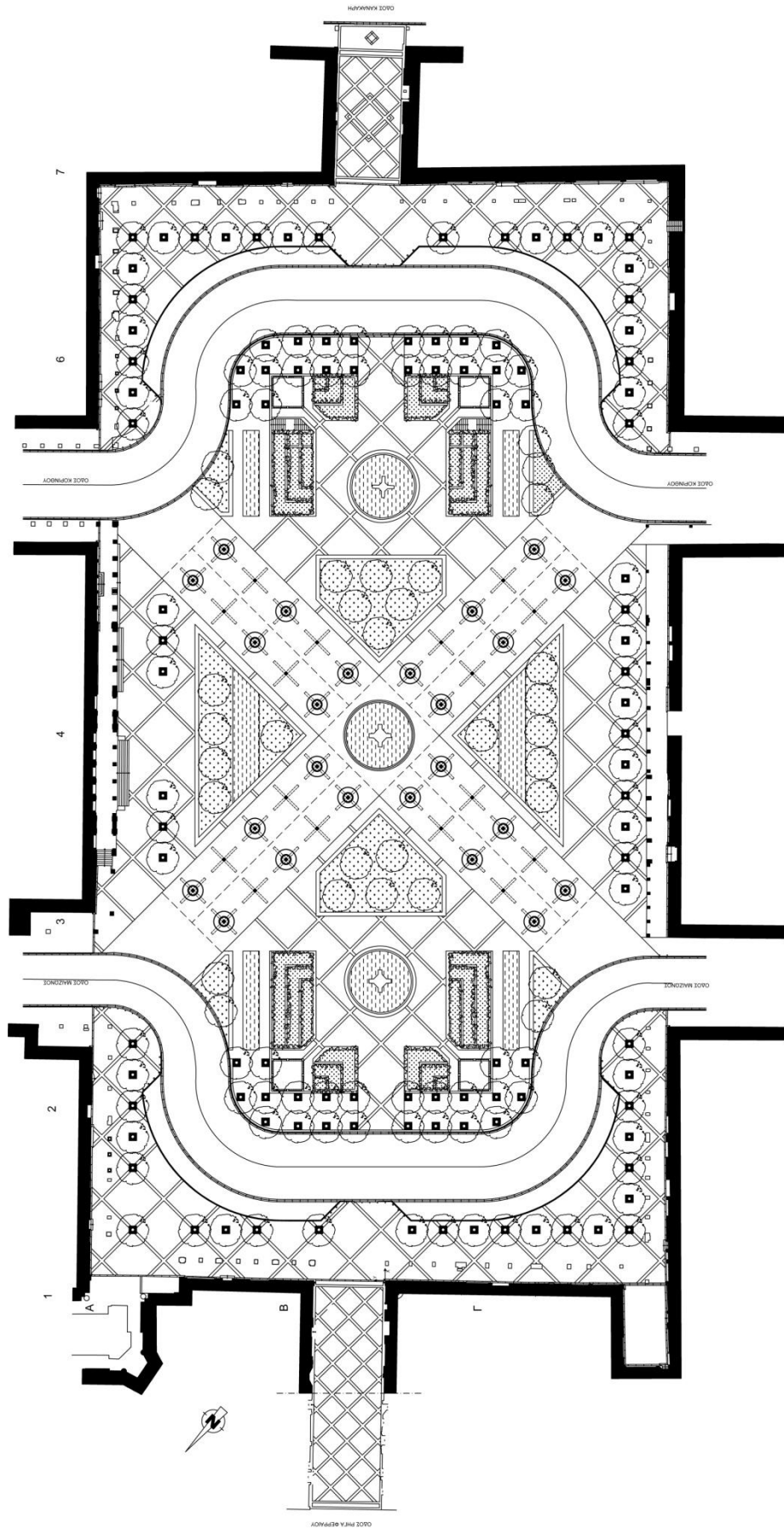
**Κεφάλαιο 4: Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις και σχέδια της επέμβασης στην πλατεία Γεωργίου.**



**Εικόνες 4.1:** Άποψη σε πλάγια όψη της πλατείας Γεωργίου.



**Εικόνες 4.2:** Άποψη από ψηλά της πλατείας Γεωργίου.



Εικόνα 4.3: Κάτοψη επέμβασης στην πλατεία Γεωργίου (επίπεδο: +2.00μ).



## **Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα Ανάπλασης**

Σε διεθνές επίπεδο τα πολλαπλά περιβαλλοντικά προβλήματα που βρίσκονται σε εξέλιξη ολοένα και μεγεθύνονται, καθιστούν αναγκαία την πράσινη ανάπτυξη των πόλεων και την εφαρμογή του πράσινου σχεδιασμού για την αναβάθμιση του αστικού τοπίου και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

Η παρούσα διπλωματική επικεντρώθηκε στη σημασία της βιοκλιματικής προσέγγισης στο σχεδιασμό των υπαίθριων χώρων και στη καθοριστική συμβολή τους στο αστικό μικροκλίμα και στις συνθήκες θερμικής άνεσης σε αυτούς και στα γειτονικά κτίρια.

Επιπλέον παρουσιάστηκε το παράδειγμα ανασχεδιασμού της πλατείας Γεωργίου στην Πάτρα λαμβάνοντας υπόψη τις σημαντικότερες αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Με την περαιτέρω ανάλυση των κλιματολογικών και περιβαλλοντικών παραγόντων της υφιστάμενης περιοχής, αλλά και σε συνδυασμό με τις κατάλληλες βιοκλιματικές σχεδιαστικές παρεμβάσεις που προτάθηκαν, είναι εφικτή η βελτίωση των μικροκλιματικών συνθηκών τόσο στον υπαίθριο χώρο, όσο και στη γύρω περιοχή της πλατείας.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της πρότασης για την ανάπλαση της πλατείας Γεωργίου περιγράφονται παρακάτω:

- Αντικατάσταση όλων των πλακών της πλατείας με ψυχρά υλικά.
- Αύξηση του ήδη υπάρχοντος πρασίνου της πλατείας.
- Αύξηση των υδάτινων επιφανειών.
- Δημιουργία στεγάστρων με φωτοβολταϊκά πάνελ στην οροφή τους.
- Αντικατάσταση των φθωρών στα τέσσερα περίπτερα της πλατείας.
- Εφαρμογή κάθετων πράσινων τοίχων στις όψεις των κτιρίων γύρω από την πλατεία.

Οι βασικότεροι στόχοι-σκοποί της συγκεκριμένης πρότασης είναι:

- **Βελτίωση του θερμικού ισοζυγίου της περιοχής ιδιαίτερα κατά την θερινή περίοδο και δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος.** Δόθηκε έμφαση στην θερμική άνεση με σχεδιαστική προσοχή στην ηλιοπροστασία, στον ηλιασμό και την ανεμοπροστασία. Για την επίτευξη της θερμικής άνεση οι παράγοντες που έπαιξαν καθοριστικό ρόλο ήταν:
  - Η αύξηση της έκτασης του πρασίνου. Το πράσινο συμβάλλει στο φυσικό δροσισμό με τις διεργασίες της εξατμισοδιαπνοής, αφετέρου δεσμεύει μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας.
  - Η χρήση σκιάστρων κατά τη θερινή περίοδο.
  - Η αύξηση των ηλιαζόμενων επιφανειών κατά τη χειμερινή περίοδο.
  - Η αντικατάσταση των υπαρχόντων σκληρών συμβατικών υλικών δαπεδοστρώσεων με ψυχρά υλικά τα οποία έχουν αυξημένο δείκτη ανακλαστικότητας.
  - Η χρήση υδάτινων επιφανειών. Οι υδάτινες επιφάνειες και τα στοιχεία νερού βελτιώνουν το μικροκλίμα των υπαίθριων χώρων, κατά τις θερμές κυρίως περιόδους, καθώς συνεισφέρουν στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα, διαμέσου του μηχανισμού της εξάτμισης (εξατμιστικός δροσισμός). Επιπρόσθετα, το νερό διαθέτει υψηλή θερμοχωρητικότητα και χαμηλή ανακλαστικότητα, γεγονός που επιτρέπει την απορρόφηση και αποθήκευση θερμότητας χωρίς να αυξάνεται σημαντικά η επιφανειακή του θερμοκρασία.
- **Οπτική Άνεση** με έμφαση στην κατάλληλη επιλογή υλικών δαπεδόστρωσης αλλά και εξοπλισμού του εξεταζόμενου χώρου. Επίσης η βλάστηση στην πλατεία χρησιμεύει ως μέσο για τη ρύθμιση της ροής του αέρα, την παρεμπόδιση ή την εκτροπή του, καθώς τα δέντρα μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου και δημιουργούν προστατευτικές ζώνες.

- **Ακουστική άνεση** και προστασία από την ηχητική ρύπανση από τα διερχόμενα οχήματα της περιοχής. Η βλάστηση μπορεί να μειώσει σημαντικά το θόρυβο (έως και 50 %) μέσω της ανάκλασης και απορρόφησης των ηχητικών κυμάτων.
- **Διατήρηση της βασικής τοπογραφίας** του εδάφους με προσεκτική επιλογή των δαπεδοστρώσεων και των υλικών.
- **Ορθολογική αξιοποίηση της τοπογραφίας** και του φυσικού αναγλύφου του εδάφους.
- **Ορθολογική διαχείριση της ενέργειας** στον δημοτικό/κοινόχρηστο φωτισμό. Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στο στέγαστρο και η διασύνδεσή τους στη Δ.Ε.Η, θα ενισχύσουν το δίκτυο ηλεκτροδότησης της πόλης. Τα υπολογιστικά στοιχεία θα αναφερθούν στο επόμενο κεφάλαιο.
- **Αναβάθμιση του φθίνοντος αστικού κέντρου:** στη συγκυρία της οικονομικής κρίσης η αναζωογόνηση φθινουσών περιοχών του κέντρου έχει υπερτοπική κοινωνική σημασία καθώς αποτελεί παραδοσιακή εμπορική περιοχή, με πλήθος εργαζομένων από όλο το εύρος της πόλης αλλά και εστία παραδοσιακών επιχειρηματιών της πόλης. Ταυτόχρονα η αναβάθμιση θα προσελκύσει και δραστηριότητες αναψυχής που αφορούν κυρίως τη νεολαία.
- Η πρόταση λαμβάνει σοβαρά υπ' όψιν της το αξιόλογο **κτίριο του Δημοτικού Θεάτρου και προσπαθεί να το αναδείξει.**
- Από την άποψη της **αισθητικής καταλληλότητας** είναι προφανής η προσπάθεια απόδοσης ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής φυσιογνωμίας στην περιοχή ώστε να αναβαθμιστεί η πολιτισμική παρουσία της.

## **Κεφάλαιο 6:Μελέτη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης**

### **6.1 Πρόγραμμα επίλυσης**

Το λογισμικό προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε είναι το Pvsyst 6.4.7, είναι ένα υπολογιστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιείται για την μελέτη, την εξομοίωση και την ανάλυση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Το πρόγραμμα επιτρέπει την ανάλυση και τον υπολογισμό, με ακρίβεια της μέγιστης ενεργειακής απόδοσης του φωτοβολταϊκού συστήματος για την περιοχή μελέτης της Πλατείας Γεωργίου στην Πάτρα.

Το rnsyst 6.4.7 επιλέχθηκε, διότι μπορούν να εισαχθούν οι παράμετροι που προκαλούν σκίαση και να υπολογιστούν οι απώλειες αυτών, τόσο λόγω της γεωγραφικής θέσης της περιοχής, όσο και από τα εμπόδια (τα κτήρια που σκιάζουν την Πλατεία), επιπλέον λόγω των απωλειών του φωτοβολταϊκού φαινομένου για την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, τα αρνητικά αποτελέσματα λόγω των θερμοκρασιακών επιπτώσεων στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, επίσης λόγω των απωλειών των καλωδιώσεων, των απωλειών του μετατροπέα από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα και των απωλειών κατά την σύνδεση στο δίκτυο της Δ.Ε.Η.

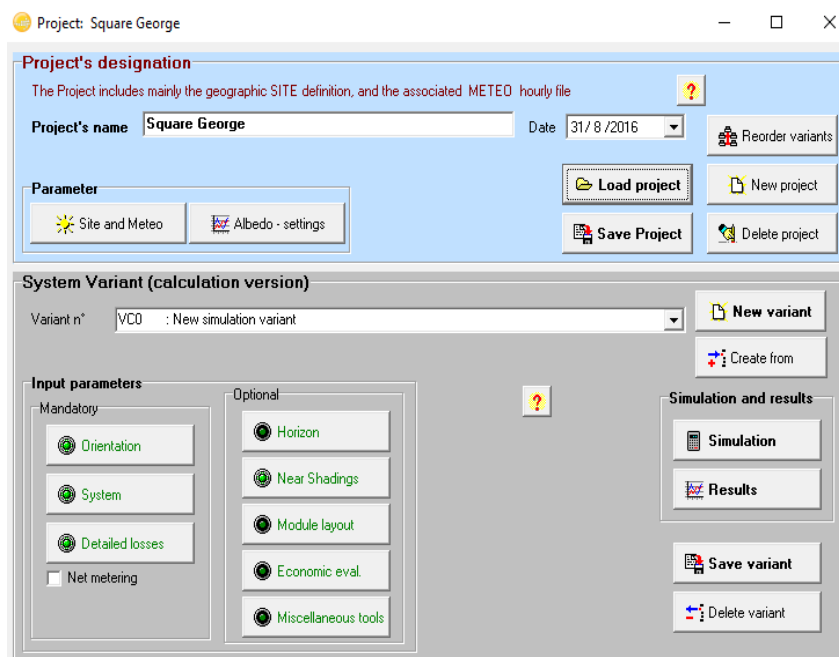
## 6.2 Εξομίωση με το Pvsyst6.4.7

Η εξομίωση του προγράμματος έγινε με το pvsyst6.4.7 , από την ιστοσελίδα <http://www.pvsyst.com/en/download> δόθηκε η δυνατότητα να κατεβάσουμε το λογισμικό. Παρακάτω αναφέρω τα βήματα που ακολουθήθηκαν.



Εικόνα:6.1: Επιλογή project

Έγινε η επιλογή Project design για την καλύτερη διαστασιολόγηση του συστήματος με ωριαία προσομίωση έπειτα έγινε η επιλογή grid-connected.



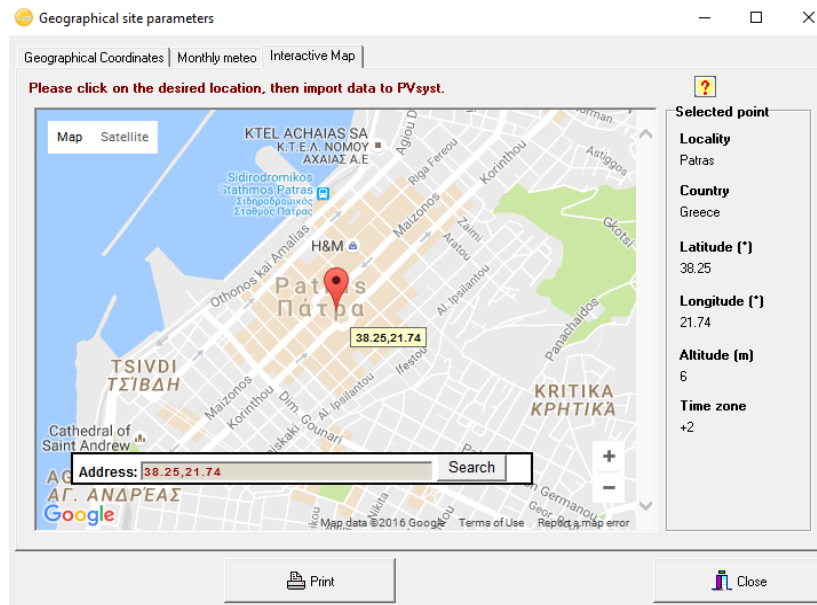
Εικόνα:6.2: Interface προγράμματος



Στο βασικό κεντρικό μενού του προγράμματος που ακολουθήθηκε χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω παράμετροι :

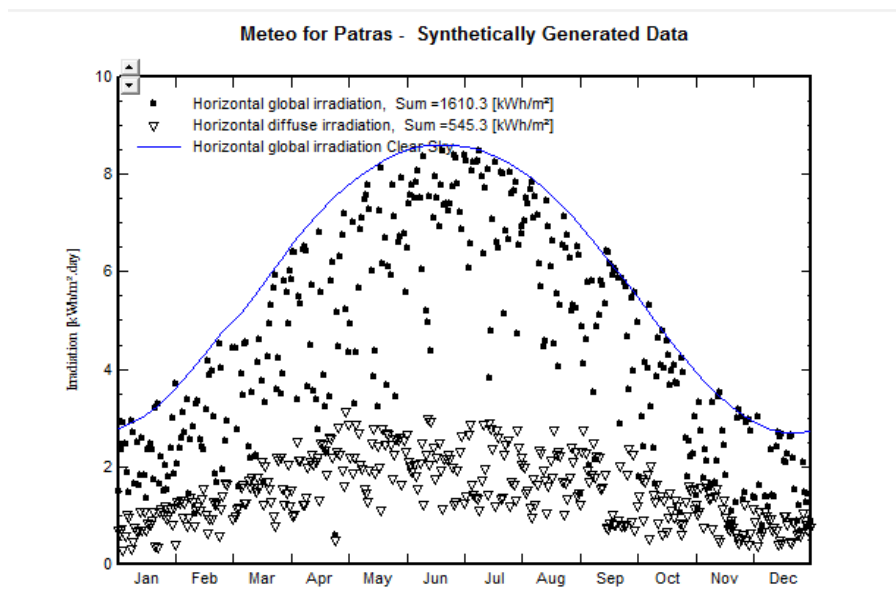
- Project: Στο φύλλο εργασίας δημιούργησα φάκελο εργασίας (Square George) και έγινε η επιλογή της γεωγραφικής θέσης της περιοχής μελέτης των Πατρών και η εισαγωγή των μετεωρολογικών στοιχείων (site and meteo) και έπειτα αποθήκευσα το φάκελο με την επιλογή (save project). Τα αρχεία με τα δεδομένα αποθηκεύονται στο σκληρό δίσκο, χρήστη User, φάκελο PVsyst640.
- Orientation: Καθόρισα επιλογή σταθερού συστήματος τοποθέτησης (fixed titled plane) και Νότιου προσανατολισμού (αζιμούθια γωνία 0°) με βέλτιστη κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων στις 25° μοίρες.
- Horizon: Σύμφωνα με την μορφολογία και την γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης εξάγει σχηματικά την απεικόνιση του ορίζοντα.
- Near shading: Έγινε η προσομοίωση του χώρου για καλύτερη κατανόηση και αξιολόγηση του πραγματικού χρόνου ηλιασμού των φωτοβολταϊκών , ακολούθως έγινε ακριβή σχεδίαση χώρου και όλων των όγκων των αντικειμένων (κτήρια) που δημιουργούν σκίαση στο στέγαστρο με τα φωτοβολταϊκά . Κατόπιν εξήγαγα τους ηλιακούς χάρτες με την απεικόνιση της σκίασης και τα shadow animations (αρχεία mp.4) με την κίνηση του ηλίου για τις χαρακτηριστικές μέρες του έτους καθώς επίσης και τις απώλειες του συστήματος λόγω σκίασης.
- System: Καθορισμός τύπου φωτοβολταϊκού πλαισίου σύμφωνα με τις προδιαγραφές και επιλογή του αντιστροφέα σε συνάρτηση με την προσδοκώμενη απολαβή ενέργειας. Αναλυτικότερα έγινε διαστασιολόγηση του συστήματος με τον ακριβή αριθμό των φωτοβολταϊκών, την δημιουργία υπομονάδων (επέλεξα τέσσερα subarray), το τρόπο συνδεσμολογίας αυτών και την επιλογή του καταλληλότερου αντιστροφέα ώστε οι υπομονάδες των φωτοβολταϊκών πλαισίων να συνδεθούν στο βέλτιστο ποσοστό ώστε να υπάρχουν λιγότερες απώλειες και το σύστημα να αποδώσει την μέγιστη ενεργειακή απόδοσή του.
- Simulation: Τελική επιλογή όπου έγινε η προσομοίωση του συστήματος και η εξαγωγή των γραφημάτων.

## Γεωγραφικοί παράμετροι:



Εικόνα 6.3: Επιλογή περιοχής

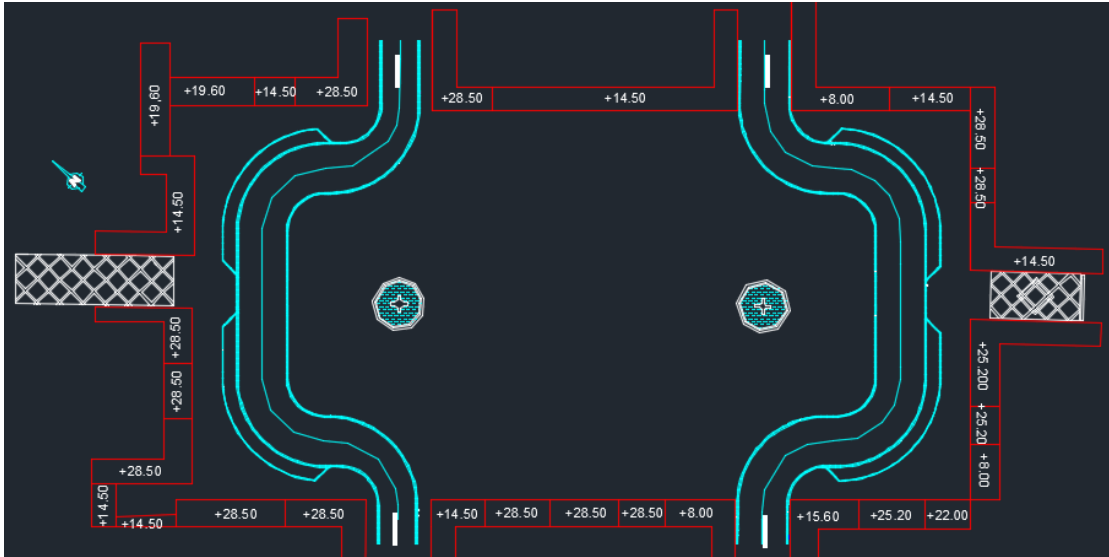
Προσδιόρισα χειροκίνητα την περιοχή μελέτης όπου είναι η Πόλη των Πατρών του Νομού Αχαΐας με συντεταγμένες  $38^{\circ}2'46$  North,  $21^{\circ}7'45$  East στην συνέχεια επιλέχθηκε η βάση δεδομένων Nasa sse και έγινε εισαγωγή των μετρολογικών στοιχείων για το ηλιακό δυναμικό της Πάτρας.



Εικόνα 6.4: Ηλιακό δυναμικό Nasa sse

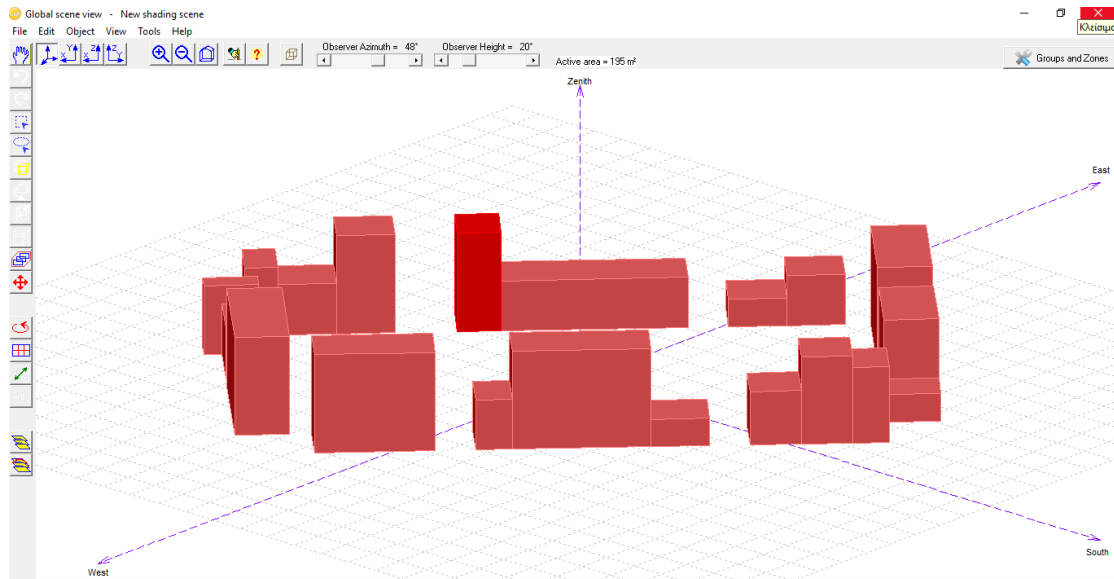
### 6.3 Μελέτη σκίασης

Η μελέτη σκίασης είναι απαραίτητη διότι το πρόβλημα σκιασμών είναι ο σημαντικότερος παράγοντας στην μείωση της ενεργειακής απόδοσης του φ/β συστήματος. Παραθέτω το σχέδιο autocad όπου αναφέρονται τα ύψη των κτηρίων.



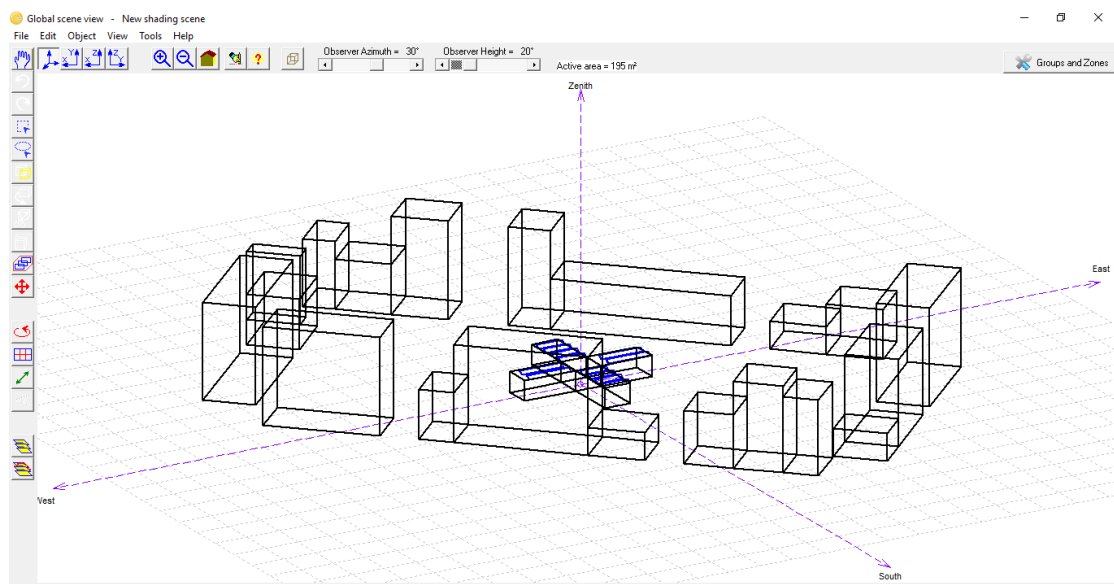
**Εικόνα 6.5:** Σχέδιο autocad, διαστάσεις κτηρίων

Τα κτήρια είναι πολύ ψηλά και στόχος είναι να τοποθετήσουμε όσο περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια με την μεγαλύτερη ισχύ. Το βασικό κριτήριο επιλογής του πλαισίου είναι αρχικά η τεχνολογία, η μέγιστη παραγόμενη ισχύ, η αξιοπιστία της εταιρίας και το κόστος αγοράς, συμπερασματικά είναι δύσκολο να διαπιστώσω αν η υψηλότερη απόδοση του μονοκρυσταλλικού πυριτίου αντισταθμίζεται με το κόστος του, επιπλέον πρέπει να λάβω υπόψη και άλλους παράγοντες όπως είναι η διάρκεια ζωής και ο διαθέσιμος χώρος εγκατάστασης. Συνεπώς λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου χώρου ηλιασμού θα επιλέξω μονοκρυσταλλικά φ/β διότι παράγουν μεγαλύτερη ισχύ ανά τετραγωνικό μέτρο. Αρχικά επέλεξα την επιλογή Near shadings και μετά construction/Perspective και πέρασα τα δεδομένα στο πρόγραμμα με σχηματικό τρόπο ώστε να υπάρξει τρισδιάστατη απεικόνιση, αφού εισήγαγα τα δεδομένα και τις αποστάσεις των αντικειμένων, τα ύψη και τους όγκους των κτηρίων και του στεγάστρου στο πρόγραμμα, με σκοπό να γίνει η καλύτερη προσέγγιση του χώρου μελέτης.



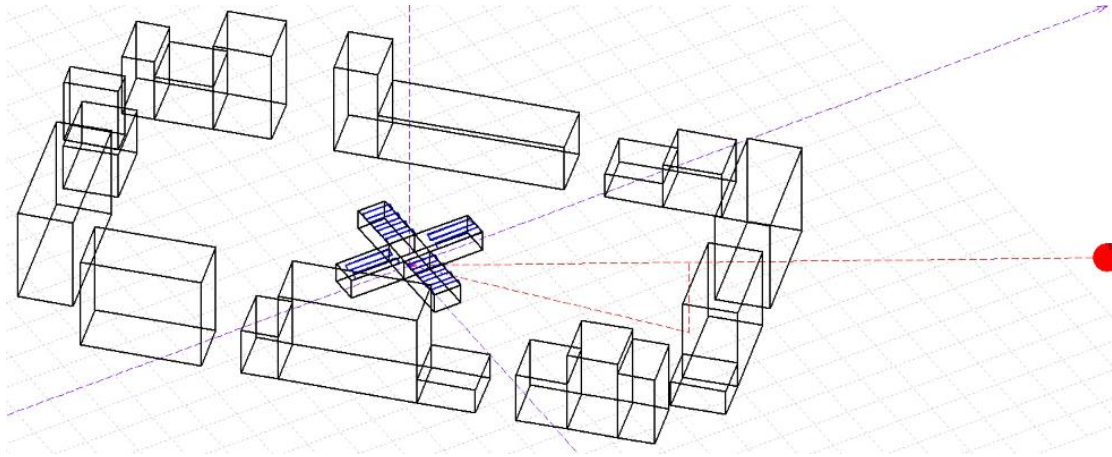
**Εικόνα 6.6:** Τρισδιάστατη απεικόνιση των κτηρίων με κόκκινο χρώμα στο πρόγραμμα.

Ακολουθως σχεδίασα το στεγάστρο, έπειτα από δοκιμές επιλέχθηκαν οι διαστάσεις του στεγάστρου, για να υπάρχει λιγότερη σκίαση κατά την διάρκεια του έτους καθώς επίσης και για να τηρείται η αρτιότητα σχεδιασμού ανάπλασης και η κανονικότητα της πλατείας. Η επιφάνεια όπου θα καλυφθεί από φ/β πλαίσια είναι είναι τα  $128 \text{ m}^2$ , διαστάσεων 16 μέτρων X 8 μέτρων. Ο αριθμός των φ/β πλαισίων που θα τοποθετήσω είναι 116 με διάσταση το καθένα 1 μέτρα X 1,66 μέτρα.

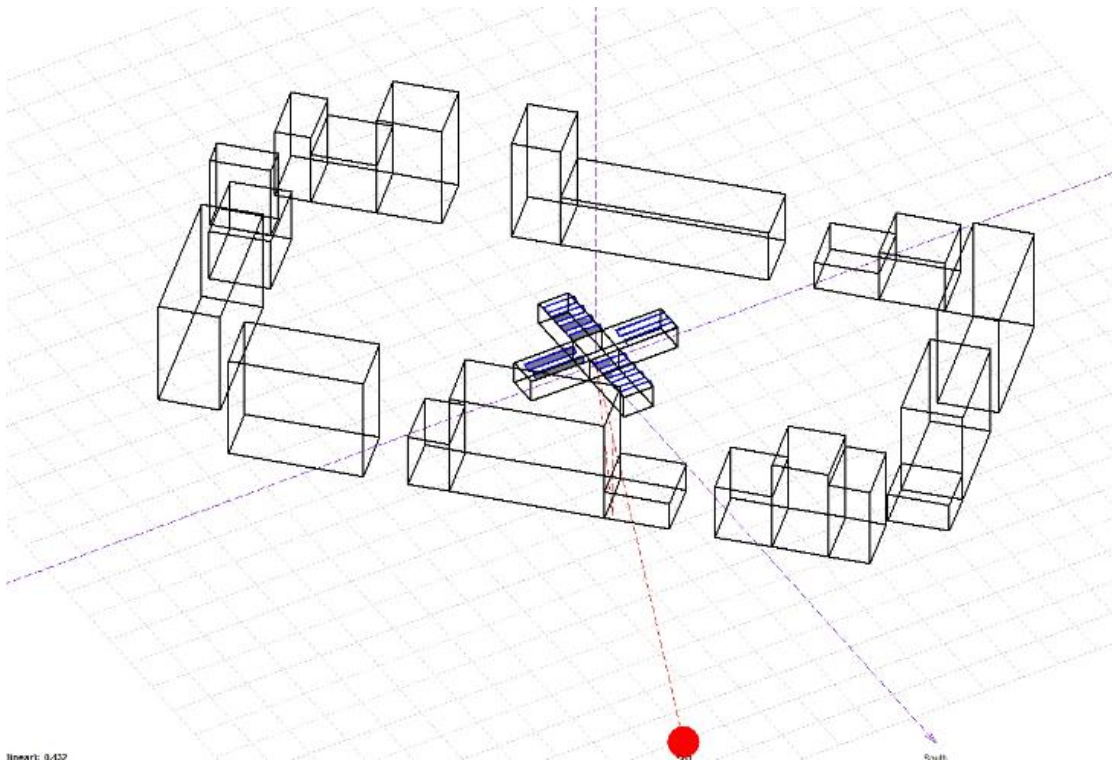


**Εικόνα 6.7:** Σχεδιασμός στεγάστρου και φωτοβολταϊκών στο πρόγραμμα.

Στην συνέχεια ενεργοποίησα την επιλογή shadow animation, καθορίζοντας τις απώλειες σκίασης. Ακολούθως έγινε προσομοίωση της κίνησης του ηλίου για τις χαρακτηριστικές ημέρες του έτους. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στις 21 Δεκέμβρη που είναι και το χειμερινό ηλιοστάσιο, διότι η θέση της εγκατάστασης για να θεωρηθεί κατάλληλη, πρέπει να μην υπάρχουν μόνιμες σκιάσεις για το χρονικό διάστημα της μέρας από τις 9:00 – 15:00.

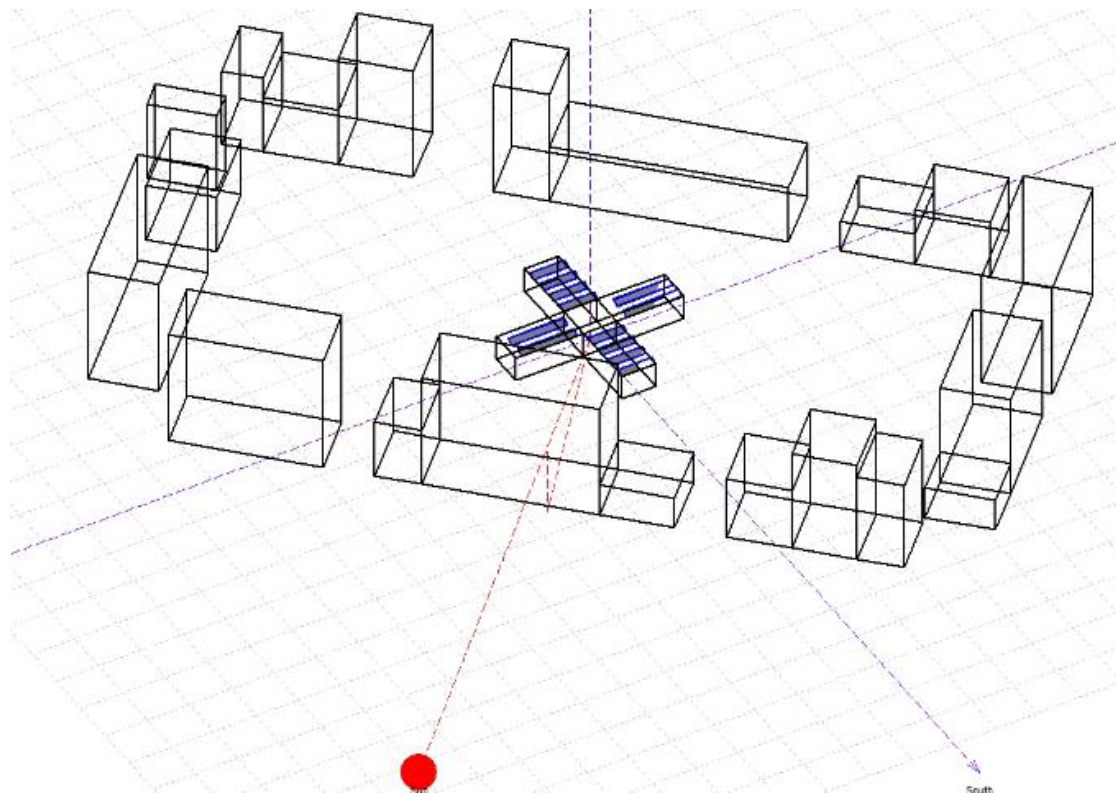


**Εικόνα 6.8:** Ο ηλιασμός των φ/β στις 21 Δεκέμβρη ξεκινάει στις 9:00 π.μ



**Εικόνα 6.9:** Η σκίαση των φ/β στις 21 Δεκέμβρη ξεκινάει στις 13:30 π.μ

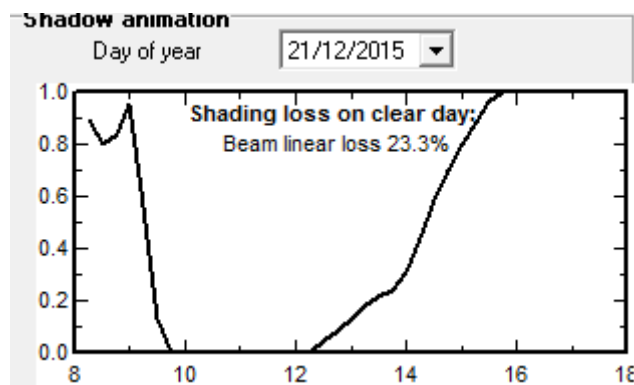




**Εικόνα 6.10:** Πλήρη σκίαση των φ/β στις 21 Δεκέμβρη υλοποιείται στις 15:30 π.μ

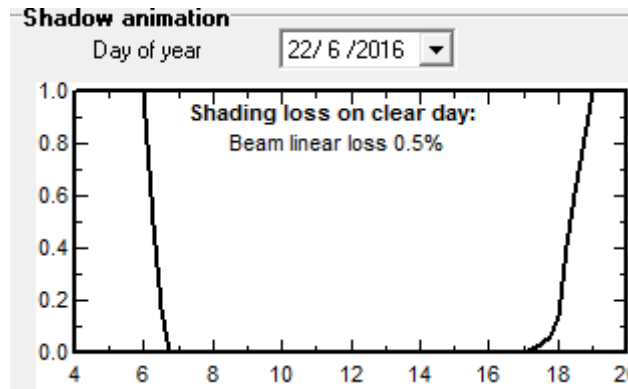
Οι εικόνες έγιναν εξαγωγή από τα αρχεία mp.4 της προσομοίωσης της πορείας του ήλιου για την χειρότερη ημέρα του έτους. Ο ήλιος ανατέλλει και δύει στο πιο χαμηλό σημείο και οι σκιάσεις είναι οι μέγιστες για την ημέρα του χειμερινού ηλιοστασίου. Συμπερασματικά η θέση της εγκατάστασης οριακά θεωρείται κατάλληλη διότι πληρείται το χρονικό διάστημα ηλιασμού από τις 9:00 – 15:00 .

Ακολούθως εμφανίζονται οι απώλειες για κάθε ώρα της μέρας.



**Εικόνα 6.11:** Οι απώλειες για κάθε ώρα της μέρας στις 22 Δεκέμβρη.

Η συνολική ημερήσια ακτινοβολία έχει απώλειες για το χειμερινό ηλιοστάσιο της τάξεως του 23% διότι ήλιος ανατέλλει και δύει στο πιο χαμηλό του σημείο και οι σκιάσεις είναι οι μέγιστες από τα κτήρια



**Εικόνα 6.12:** Οι απώλειες για κάθε ώρα της μέρας στις 22 Ιουνίου.

Αντίστοιχα για το θερινό ηλιοστάσιο η συνολική ημερήσια ακτινοβολία έχει απώλειες της τάξεως του 0,5% λόγω της πορείας και του ύψους του ήλιου, διότι ο ήλιος ανατέλλει και δύει στο πιο υψηλό του σημείο και οι σκιάσεις είναι ελάχιστες.

Ακολουθως παραθέτω ένα συνολικό πίνακα όπου αναφέρω για διαφορετικές γωνίες κλίσεις το συντελεστή σκίασης σε συνάρτηση με την αζιμούθια γωνία.

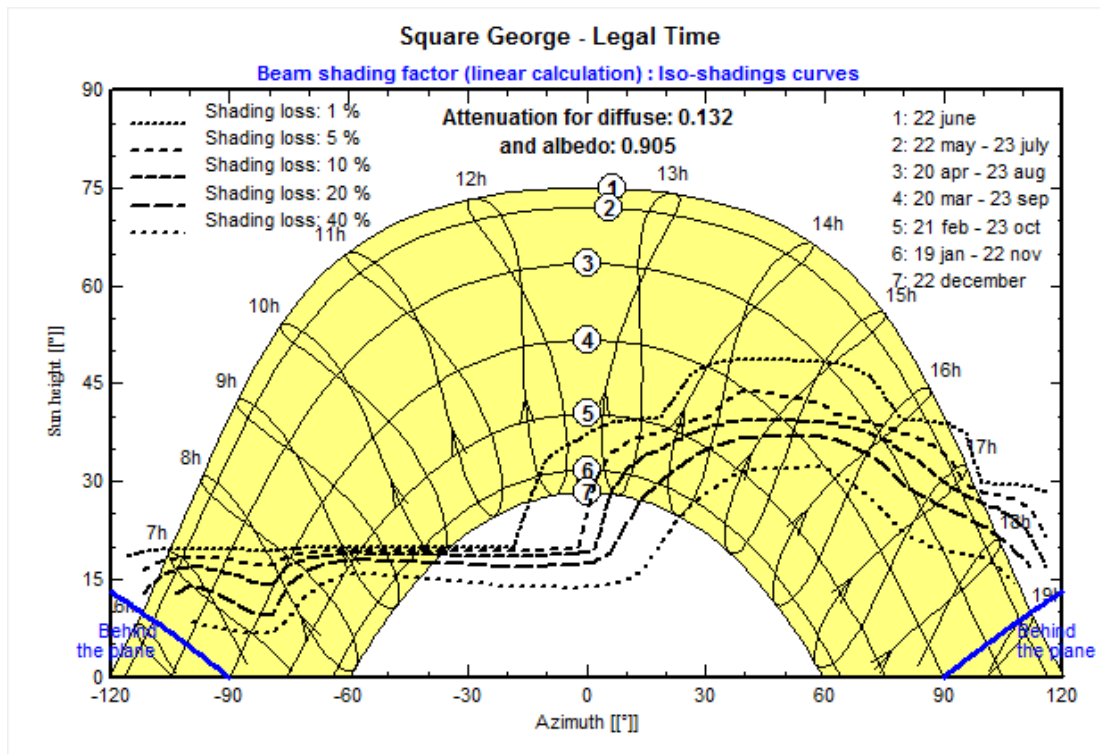
**Shading factor table (linear), for the beam component**

Azimuth	-180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	
90°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.084	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30°	0.000	0.176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.212	0.472	0.498	0.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20°	0.000	0.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045	0.437	0.911	0.890	0.453	0.295	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10°	1.000	1.000	0.000	0.000	0.347	0.145	0.984	0.816	0.650	0.607	0.513	0.914	0.894	0.844	0.932	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
2°	1.000	1.000	1.000	1.000	0.695	0.872	0.984	0.876	0.810	0.969	0.880	0.970	0.897	0.984	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Shading factor for diffuse: 0.132 and for albedo: 0.905

**Εικόνα 6.13:** Πίνακας shading factor table

Τέλος έγινε προσομοίωση για κάθε μέρα του χρόνου ώστε να υπολογιστούν οι συνολικές ετήσιες απώλειες από την σκίαση.

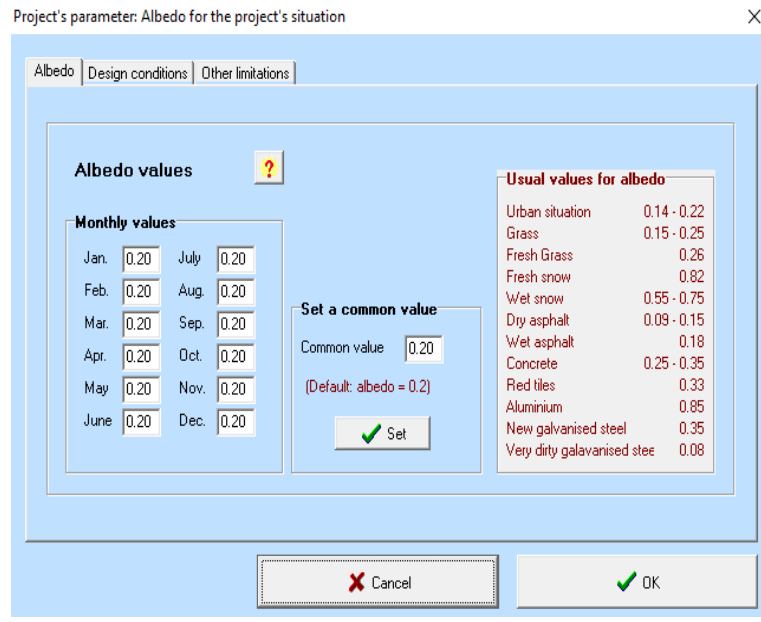


**Εικόνα 6.13:** Διάγραμμα σκιάσεων για κάθε ώρα και μέρα του έτους.

Οι μεγαλύτερες απώλειες σκίασης παρατηρούνται την περίοδο από το Σεπτέμβριο μέχρι το Μάρτιο που δικαιολογείται από την πορεία του ύψους του ηλίου.

#### **6.4 Καθορισμός συντελεστή albedo**

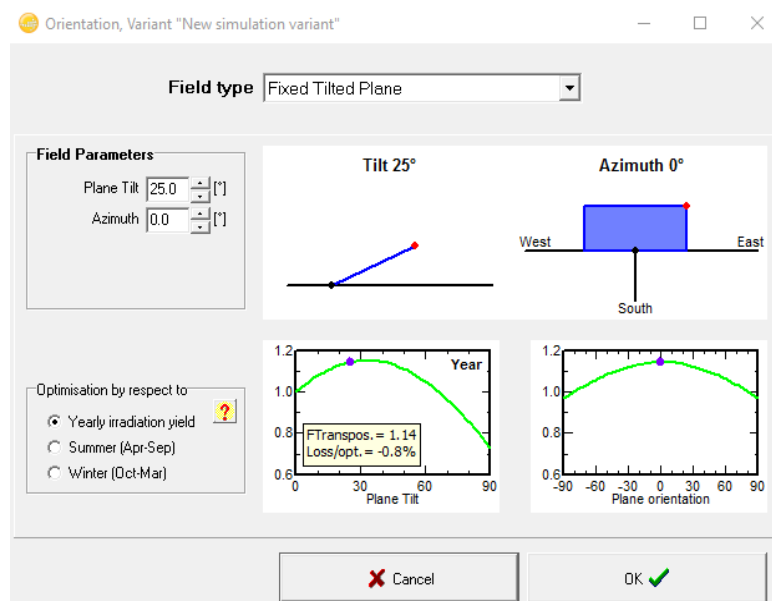
Ο συντελεστής albedo είναι ένας συντελεστής ανάκλασης του εδάφους που μεταβάλλεται ανάλογα με το είδος της επιφάνειας και το υλικό, ο συντελεστής αυτός εκφράζει την αντανάκλαση ή την απορρόφηση της ακτινοβολίας που δέχεται το υλικό. Στο interface του προγράμματος επιλέχθηκε το πλαίσιο Albedo-settings ανοίγοντας την καρτέλα project parameter για να γίνει η επιλογή. Ανάλογα με την περιοχή όπου θα τοποθετηθούν τα φ/β επιλέγεται η αντίστοιχη τιμή από την παρακάτω καρτέλα του προγράμματος. Η συνήθης τιμή που ορίζεται είναι μια κοινή τιμή για όλες τις εφαρμογές, η τιμή που επέλεξα είναι 0,20.



Εικόνα 6.13: Επιλογή συντελεστή albedo.

## 6.5 Προσανατολισμός φ/β συστήματος

Σύμφωνα με την θέση εγκατάστασης και την μελέτη σκίασης όπου πραγματοποιήθηκε, η βέλτιστη κλίση για να έχουμε μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση τους καλοκαιρινούς μήνες (λόγω ανάγκης του δικτύου), φαίνεται στην παρακάτω καρτέλα οι επιλογές που έγιναν.



Εικόνα 6.14: Επιλογή προσανατολισμού φ/β μονάδων.

Από το interface του προγράμματος από την επιλογή πλαισίου orientation όρισα τις παραμέτρους:

- Field type: Επέλεξα fixed tilted plane ,βάσεις στήριξης σταθερής κλίσης.
- Plane tilt: Η κλίση του φ/β πλαισίου στις 25°, επιλογή βάσης από αναζήτηση στο εμπόριο.
- Azimuth: Η αζιμούθια γωνία ίση με 0°.
- Optimization by respect: Η βελτιστοποίηση του προσανατολισμού των φ/β σύμφωνα με την περίοδο λειτουργίας και τις γεωγραφικές συντεταγμένες σύμφωνα με την περιοχή μελέτης. Η επιλογή της βελτιστοποίησης των μεγεθών με επιλογή Yearly irradiation yield.

Ο δείκτης Transposition Factor ( $F_{Transport}=1.14$ ) ορίζεται από το λόγο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο φ/β προς την προσπίπτουσα στο οριζόντιο επίπεδο.

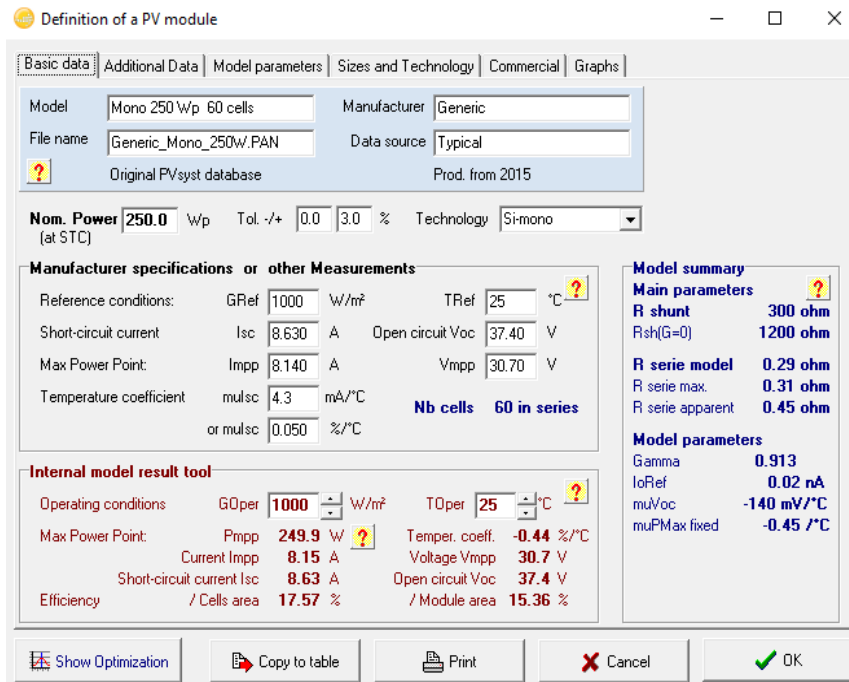
Ο δείκτης Loss by respect to optimum ( $Loss_{opt}=-0.8\%$ ) ορίζει τις απώλειες τις προσπίπτουσας ακτινοβολίας για τον προσανατολισμό που επιλέχθηκε με βάση τη μέγιστη δυνατή προσπίπτουσα ακτινοβολία στο βέλτιστο προσανατολισμό ο οποίος έλαβε την τιμή 0 %.

## **6.6 Ανάλυση φωτοβολταϊκού συστήματος**

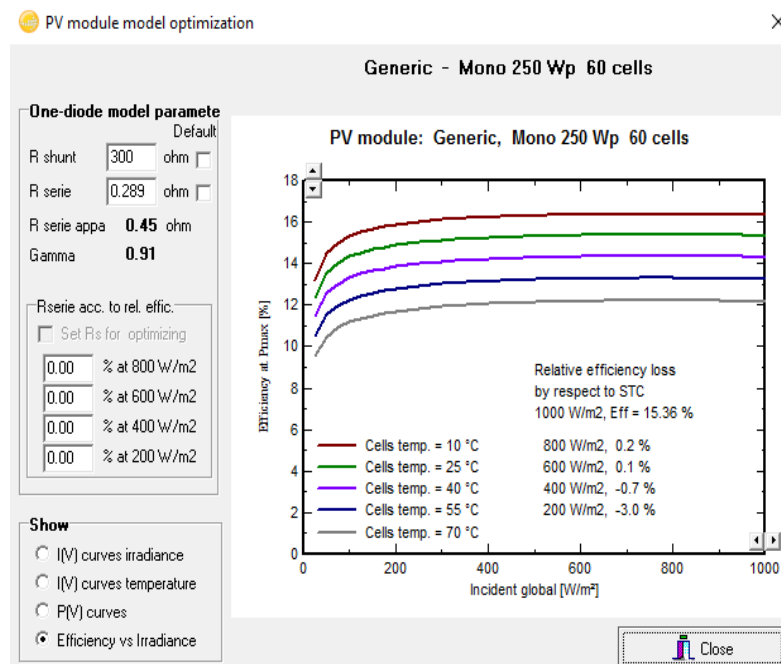
Το επόμενο βήμα είναι να διαστασιολογηθεί αναλυτικά το φ/β σύστημα με τον ακριβή αριθμό φ/β πλαισίων και με τους μετατροπείς (inverter) μέσω της επιλογής του προγράμματος system. Το γενικό σύστημα των φ/β συστοιχιών χωρίστηκε σε υποσυστήματα (sub-arrays) έτσι ώστε να γίνει η καλύτερη δυνατή διαστασιολόγηση.

Η προσομοίωση επιτυγχάνεται με την διάσπαση του συστήματος σε 4 υποσυστήματα sub-arrays και έγινε και η επιλογή του τύπου του φ/β. Η επιλογή του φ/β πλαισίου είναι τεχνολογίας μονοκρυσταλλικού πυριτίου, ισχύος 250wr και 60cells.

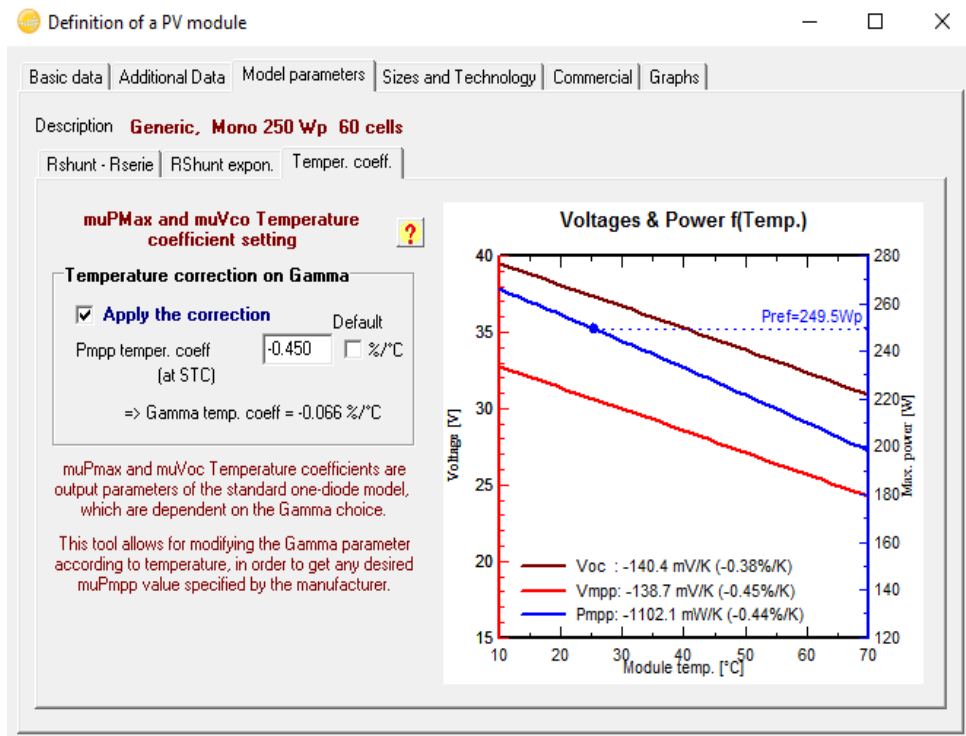




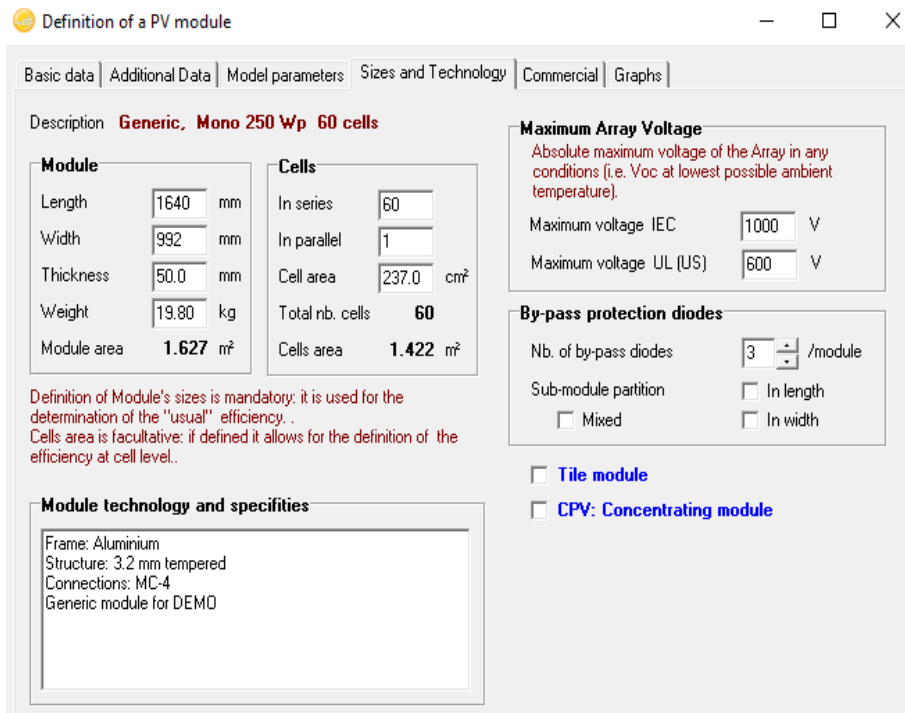
Εικόνα 6.15: Επιλογή φ/β



Εικόνα 6.16: Απώλειες λόγω απόκλισης της ακτινοβολίας από την ονομαστική τιμή για το mono 250wp 60cells



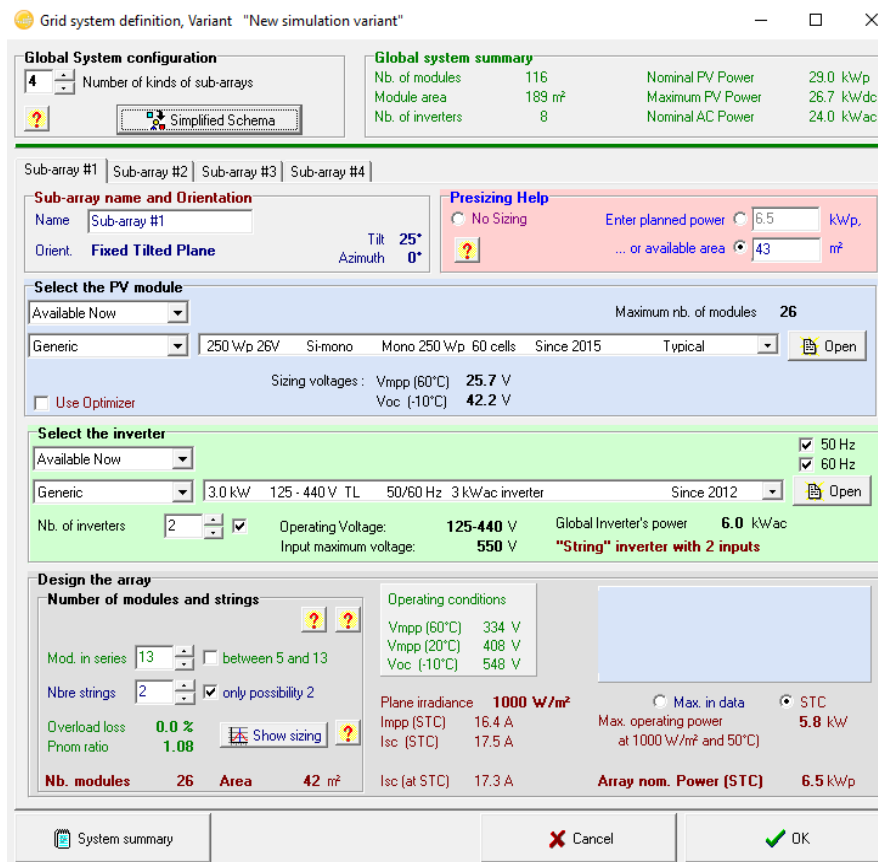
Εικόνα 6.17: mono 250wp 60cells



Εικόνα 6.18: mono 250wp 60cells

Το σύστημα έχει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 29.0 Kw<sub>p</sub>, συνολικής επιφάνειας 189m<sup>2</sup> με Maximum p<sub>n</sub> power 26.7 kW<sub>dc</sub> και Nominal ac power 24.0 kW<sub>ac</sub> και αποτελείται από 4 υποσυστήματα sub-arrays:

- Στο πρώτο sub-arrays καθόρισα την εγκατεστημένη ισχύ όπου είναι 6.5kw και επιφάνειας 43m<sup>2</sup>
- Στο δεύτερο sub-arrays καθόρισα την εγκατεστημένη ισχύ όπου είναι 8.0kw και επιφάνειας 53m<sup>2</sup>
- Στο τρίτο sub-arrays καθόρισα την εγκατεστημένη ισχύ όπου είναι 6.5kw και επιφάνειας 43m<sup>2</sup>
- Στο τέταρτο sub-arrays καθόρισα την εγκατεστημένη ισχύ όπου είναι 8.0kw και επιφάνειας 53m<sup>2</sup>



Εικόνα 6.19: sub-array 1

Grid system definition, Variant "New simulation variant"

Global System configuration		Global system summary	
4	Number of kinds of sub-arrays	Nb. of modules	116
		Module area	189 m <sup>2</sup>
		Nb. of inverters	8
		Nominal PV Power	29.0 kWp
		Maximum PV Power	26.7 kWdc
		Nominal AC Power	24.0 kWac

Sub-array #1 | Sub-array #2 | Sub-array #3 | Sub-array #4

**Sub-array name and Orientation**  
 Name: Sub-array #2  
 Orient: Fixed Tilted Plane  
 Tilt: 25°  
 Azimuth: 0°

**Presizing Help**  
 No Sizing  
 Enter planned power: 8.3 kWp  
 ... or available area: 53 m<sup>2</sup>

**Select the PV module**  
 Available Now: [Dropdown]  
 Generic: 250 Wp 26V Si-mono Mono 250 Wp 60 cells Since 2015 Typical  
 Maximum nb. of modules: 32  
 Sizing voltages: Vmpp (60°C) 25.7 V  
 Voc (-10°C) 42.2 V

**Select the inverter**  
 Available Now: [Dropdown]  
 Generic: 3.0 kW 125 - 440 V TL 50/60 Hz 3 kWac inverter Since 2012  
 Nb. of inverters: 2  
 Operating Voltage: 125-440 V  
 Input maximum voltage: 550 V  
 Global Inverter's power: 6.0 kWac  
 "String" inverter with 2 inputs

**Design the array**  
**Number of modules and strings**  
 Mod. in series: 8 (between 5 and 13)  
 Nbre strings: 4 (between 3 and 4)  
 Overload loss: 0.2 %  
 Pnom ratio: 1.33  
 Nb. modules: 32 Area: 52 m<sup>2</sup>

**Operating conditions**  
 Vmpp (60°C) 205 V  
 Vmpp (20°C) 251 V  
 Voc (-10°C) 337 V  
 Plane irradiance: 1000 W/m<sup>2</sup>  
 Impp (STC) 32.7 A  
 Isc (STC) 35.0 A  
 Isc (at STC) 34.5 A

Max. operating power at 1000 W/m<sup>2</sup> and 50°C: 7.1 kW  
 Array nom. Power (STC): 8.0 kWp

Εικόνα 6.20: sub-array 2

Grid system definition, Variant "New simulation variant"

Global System configuration		Global system summary	
4	Number of kinds of sub-arrays	Nb. of modules	116
		Module area	189 m <sup>2</sup>
		Nb. of inverters	8
		Nominal PV Power	29.0 kWp
		Maximum PV Power	26.7 kWdc
		Nominal AC Power	24.0 kWac

Sub-array #1 | Sub-array #2 | Sub-array #3 | Sub-array #4

**Sub-array name and Orientation**  
 Name: Sub-array #3  
 Orient: Fixed Tilted Plane  
 Tilt: 25°  
 Azimuth: 0°

**Presizing Help**  
 No Sizing  
 Enter planned power: 6.5 kWp  
 ... or available area: 43 m<sup>2</sup>

**Select the PV module**  
 Available Now: [Dropdown]  
 Generic: 250 Wp 26V Si-mono Mono 250 Wp 60 cells Since 2015 Typical  
 Maximum nb. of modules: 26  
 Sizing voltages: Vmpp (60°C) 25.7 V  
 Voc (-10°C) 42.2 V

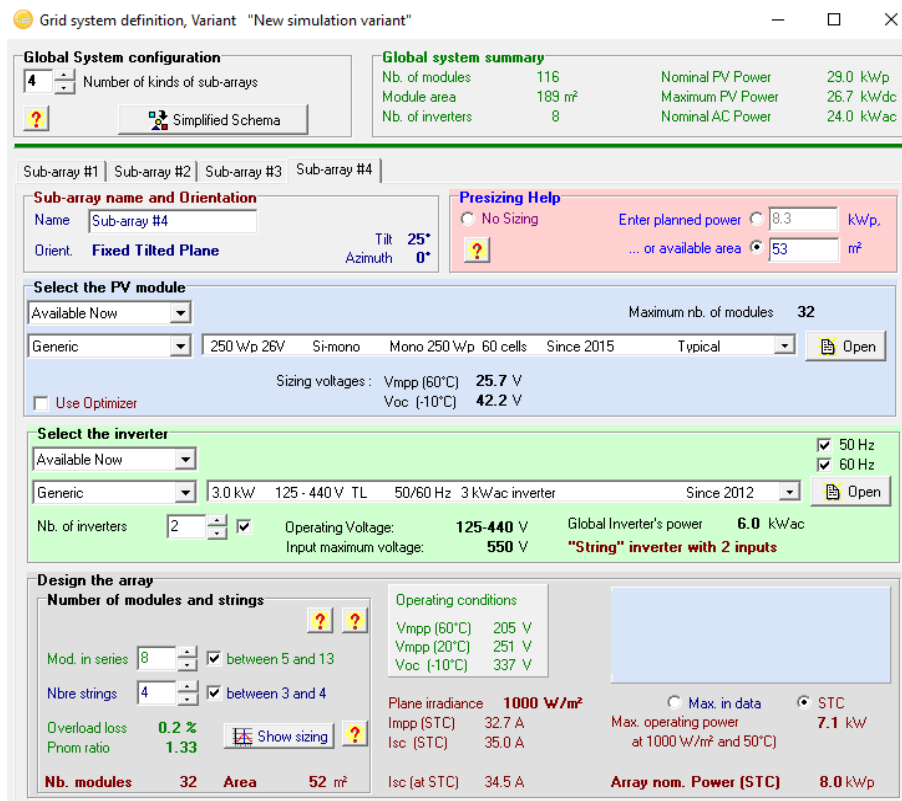
**Select the inverter**  
 Available Now: [Dropdown]  
 Generic: 3.0 kW 125 - 440 V TL 50/60 Hz 3 kWac inverter Since 2012  
 Nb. of inverters: 2  
 Operating Voltage: 125-440 V  
 Input maximum voltage: 550 V  
 Global Inverter's power: 6.0 kWac  
 "String" inverter with 2 inputs

**Design the array**  
**Number of modules and strings**  
 Mod. in series: 13 (between 5 and 13)  
 Nbre strings: 2 (only possibility 2)  
 Overload loss: 0.0 %  
 Pnom ratio: 1.08  
 Nb. modules: 26 Area: 42 m<sup>2</sup>

**Operating conditions**  
 Vmpp (60°C) 334 V  
 Vmpp (20°C) 408 V  
 Voc (-10°C) 548 V  
 Plane irradiance: 1000 W/m<sup>2</sup>  
 Impp (STC) 16.4 A  
 Isc (STC) 17.5 A  
 Isc (at STC) 17.3 A

Max. operating power at 1000 W/m<sup>2</sup> and 50°C: 5.8 kW  
 Array nom. Power (STC): 6.5 kWp

Εικόνα 6.21: sub-array 3



Εικόνα 6.22: sub-array 4

Για το πρώτο και το τρίτο sub-array υπολόγισα ότι απαιτούνται 2 σειρές (strings) από 13 πλαίσια η κάθε μία και θα μοιραστούν σε 2 μετατροπείς (1 string σε κάθε ένα) αντίστοιχα, για το δεύτερο και το τέταρτο sub-array υπολόγισα ότι απαιτούνται 4 σειρές (strings) από 8 πλαίσια και θα μοιραστούν σε 2 μετατροπείς (2 strings σε κάθε ένα). Σύνολο χρειάζονται 8 μετατροπείς συνολικά για το σύστημα (2 για κάθε subarray )

Αφού έγινε η διαστασιολόγηση του φ/β και η επιλογή του αναστροφέα ρεύματος το πρόγραμμα υλοποίησε τη προσομοίωση χωρίς να δείξει σφάλμα για τα sub-arrays 1,2,3 και 4 τόσο σε συνθήκες STC όσο και σε οριακές συνθήκες όπως απεικονίζεται αποκάτω στο γαλάζιο πλαίσιο διαλόγου.



**Design the array**

**Number of modules and strings**

Mod. in series: 13  between 5 and 13

Nbre strings: 2  only possibility 2

Overload loss: 0.0 %

Pnom ratio: 1.08

**Nb. modules** 26 **Area** 42 m<sup>2</sup>

**Operating conditions**

Vmpp (60°C) 334 V  
Vmpp (20°C) 408 V  
Voc (-10°C) 548 V

Plane irradiance: 1040 W/m<sup>2</sup>

Imp (GMax) 17.0 A  
Isc (GMax) 18.2 A

Isc (at STC) 17.3 A

Max. in data  STC

Max. operating power at 1040 W/m<sup>2</sup> and 50°C: 6.0 kW

**Array nom. Power (STC)** 6.5 kWp

**Εικόνα 6.22:** sub-array 1 και 3 υπό οριακές συνθήκες

**Design the array**

**Number of modules and strings**

Mod. in series: 8  between 5 and 13

Nbre strings: 4  between 3 and 4

Overload loss: 0.2 %

Pnom ratio: 1.33

**Nb. modules** 32 **Area** 52 m<sup>2</sup>

**Operating conditions**

Vmpp (60°C) 205 V  
Vmpp (20°C) 251 V  
Voc (-10°C) 337 V

Plane irradiance: 1040 W/m<sup>2</sup>

Imp (GMax) 34.0 A  
Isc (GMax) 36.4 A

Isc (at STC) 34.5 A

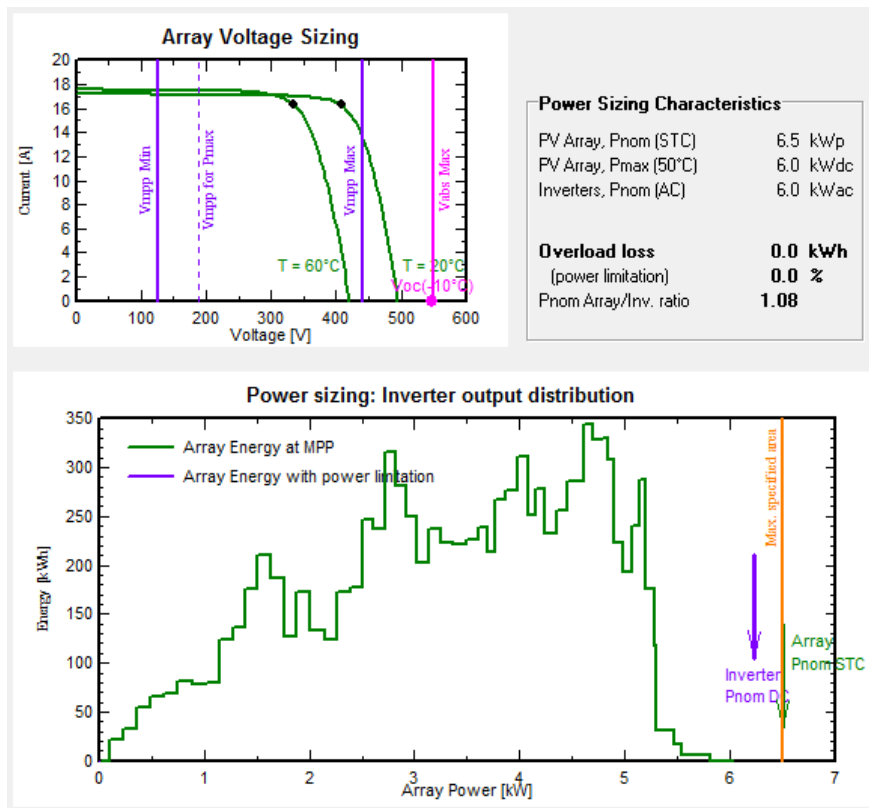
Max. in data  STC

Max. operating power at 1040 W/m<sup>2</sup> and 50°C: 7.4 kW

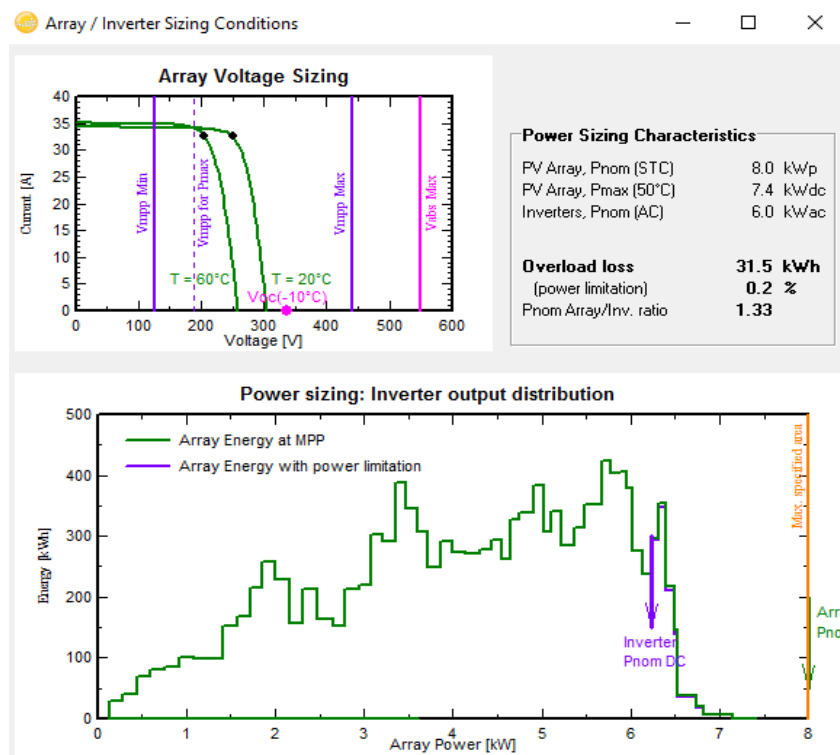
**Array nom. Power (STC)** 8.0 kWp

**Εικόνα 6.23:** sub-array 2 και 4 υπό οριακές συνθήκες

Η προσεκτική επιλογή και διαστασιολόγηση των φ/β μονάδων παράλληλα με την βέλτιστη επιλογή του ινβέρτερ έγιναν προκειμένου να επιτευχθεί η μέγιστη ενεργειακή απόδοση.



Εικόνα 6.24: Inverter sizing και Power sizing για τα sub-array 1 και 3



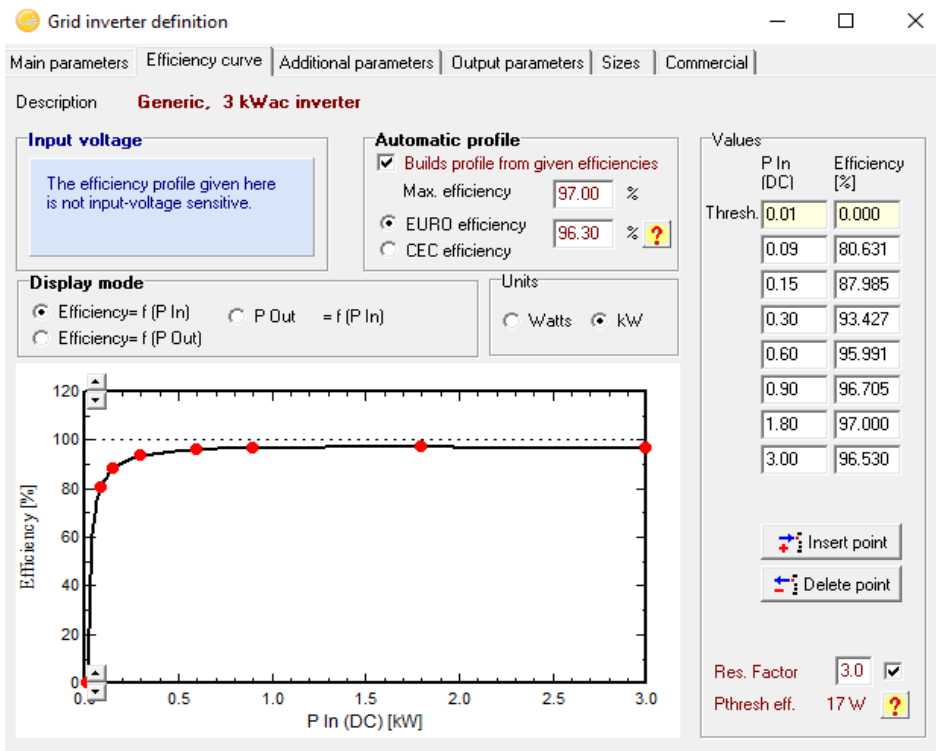
Εικόνα 6.25: Inverter sizing και Power sizing για τα sub-array 2 και 4.

Ακολουθως παραθέτω τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Inverter:

The screenshot shows the 'Grid inverter definition' window with the following parameters:

- Main parameters:** Model: 3 kWac inverter, Manufacturer: Generic, File name: Generic\_3kW.DND, Data source: Generic device, Original PVsyst database, Prod. from 2012.
- Input side (DC PV field):**
  - Minimum MPP Voltage: 125 V
  - Min. Voltage for PNom: 188 V
  - Nominal MPP Voltage: N/A V
  - Maximum MPP Voltage: 440 V
  - Absolute max. PV Voltage: 550 V
  - Power Threshold: 15 W
  - Nominal PV Power: 4.00 kW
  - Maximum PV Power: N/A kW
  - Maximum PV Current: N/A A
- Output side (AC grid):**
  - Monophased:  (selected)
  - Triphased:
  - Biphased:
  - Frequency:  50 Hz,  60 Hz
  - Grid Voltage: 230 V
  - Nominal AC Power: 3.00 kW
  - Maximum AC Power: 3.00 kW
  - Nominal AC current: 13.04 A
  - Maximum AC current: 16.00 A
- Efficiency:**
  - Maximum efficiency: 97.00 %
  - EURO efficiency: 96.30 %
  - Efficiency defined for 3 voltages:

Εικόνα 6.26: Τεχνικά χαρακτηριστικά αντιστροφέα

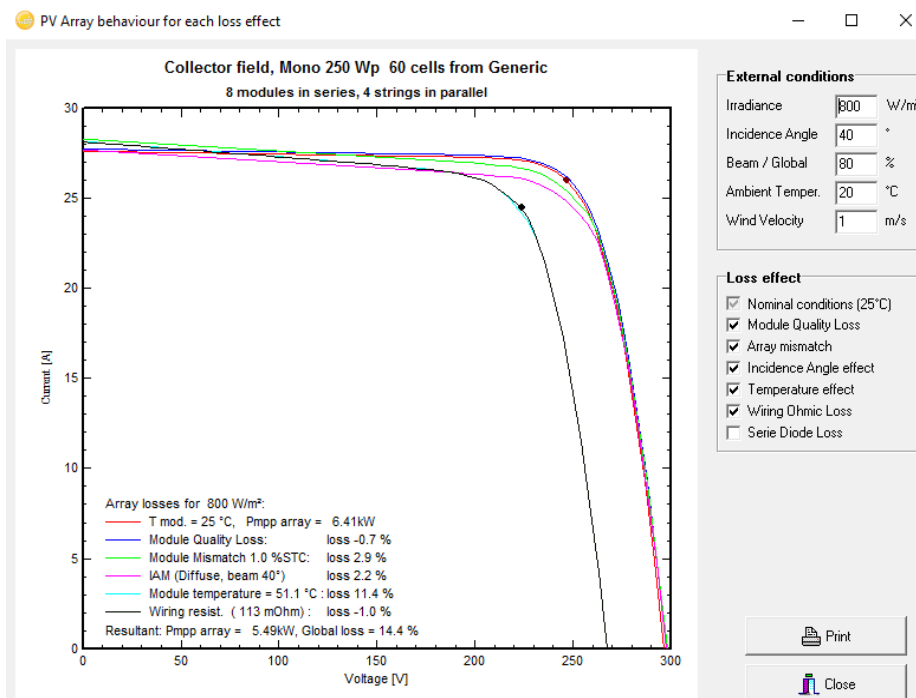


Εικόνα 6.27: Η καμπύλη απόδοσης του αντιστροφέα

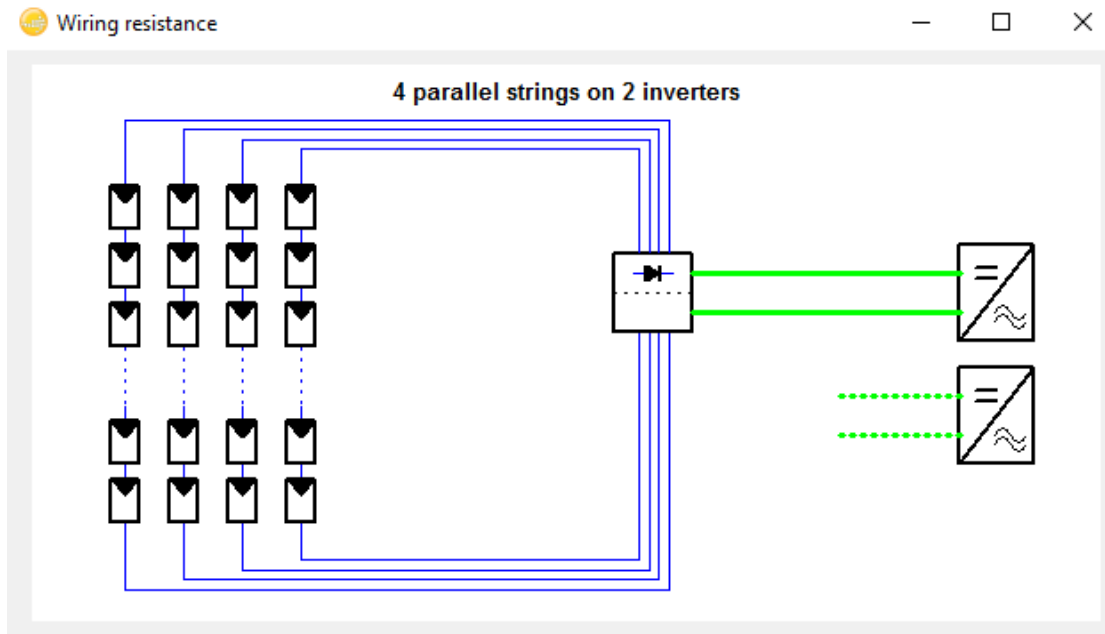


Εικόνα 6.28: Διαστάσεις αντιστροφέα

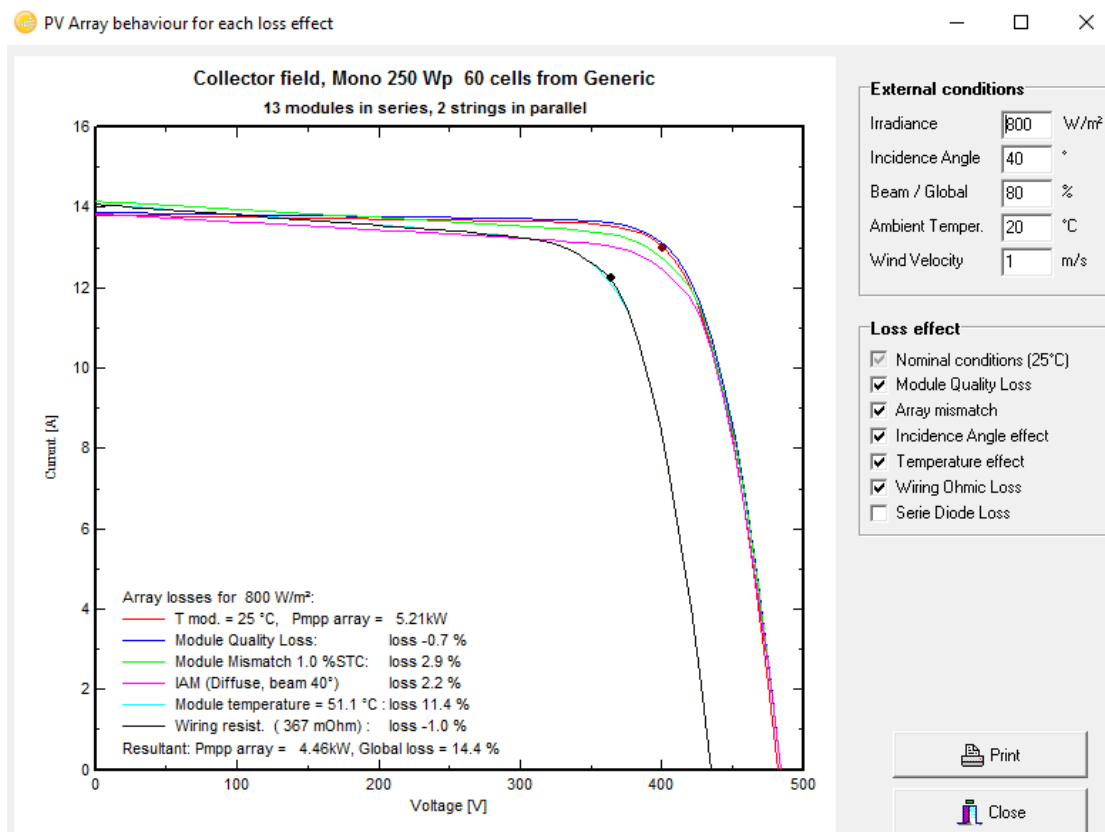
Οι ηλεκτρικές ιδιότητες ίδιων πλαισίων που έχουν την ίδια ισχύ, μπορεί να μην είναι πανομοιότυπες εξαιτίας διάφορων διαδικασιών υποβάθμισης των ιδιοτήτων που συμβαίνουν κατά την λειτουργία τους. Από το Interface του λογισμικού και από το πλαίσιο detailed losses επιλέχθηκαν οι προκαθορισμένες ρυθμίσεις απωλειών του συστήματος. Από κάτω παραθέτω τα γραφήματα απωλειών αναντιστοιχίας πλαισίων: Η πράσινη καμπύλη απεικονίζει την ιδανική χαρακτηριστική I-V και η μαύρη καμπύλη προκύπτει από τις απώλειες λόγω αναντιστοιχίας.



Εικόνα 6.29: Γράφημα απωλειών αναντιστοιχίας

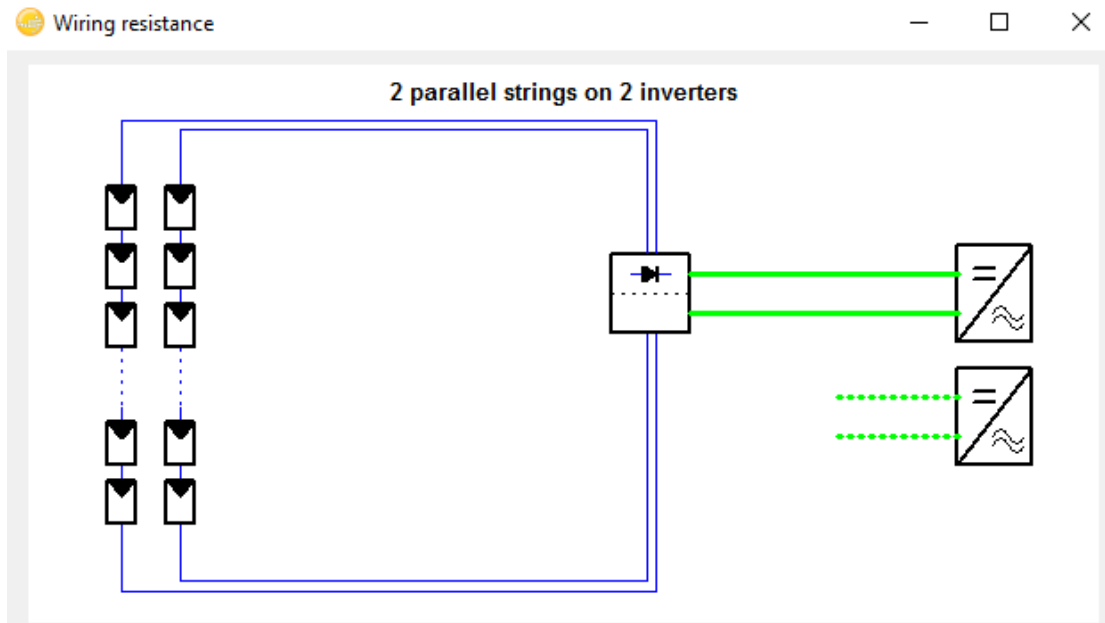


Εικόνα 6.30: Συνδεσμολογία subarray 2 και 4



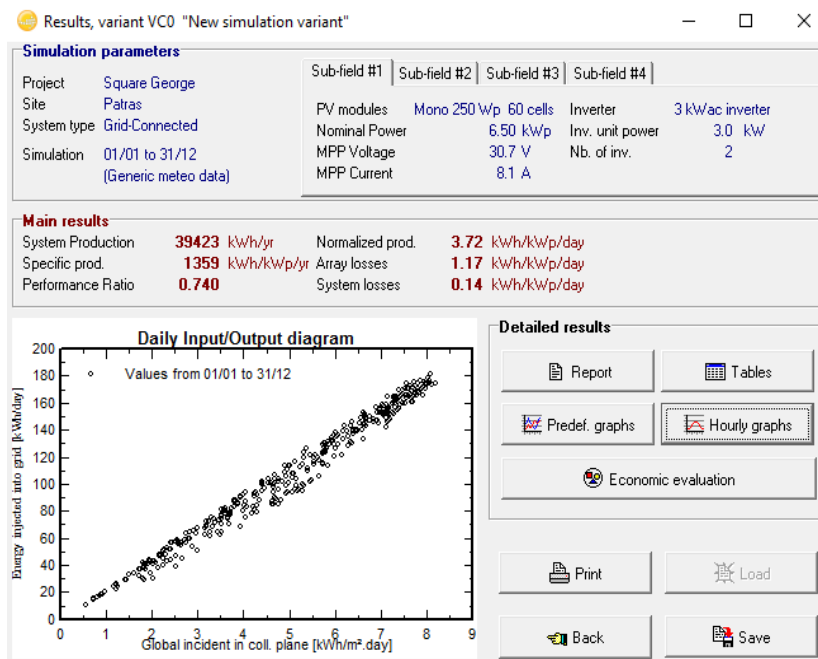
Εικόνα 6.31: Γράφημα απωλειών αναντιστοιχίας





Εικόνα 6.32: Συνδεσμολογία subarray 1 και 3

## 6.7 Προσομοίωση και Αποτελέσματα



Εικόνα 6.33: Πλαίσιο επιλογής αποτελεσμάτων

Στο τελικό στάδιο της μελέτης επιλέχθηκε το πλαίσιο simulation και μετά η επιλογή results, για να ολοκληρωθεί η προσομοίωση. Η τελική παραγωγή ηλεκτρικής

ενέργειας είναι 39423kwh/yr με 0,740 το συνολικό συντελεστή απόδοσης του φ/β συστήματος.

Simulation variant : New simulation variant

Close Print Export Help

**New simulation variant**  
**Balances and main results**

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	%	%
January	67.0	6.40	105.4	76.7	2165	2086	10.88	10.49
February	79.2	6.90	109.1	86.3	2403	2316	11.67	11.25
March	123.1	9.70	149.7	128.1	3475	3353	12.30	11.87
April	148.5	14.10	161.8	144.9	3819	3684	12.50	12.06
May	186.9	19.60	187.0	169.6	4351	4201	12.33	11.90
June	218.1	24.10	211.0	194.0	4814	4648	12.09	11.67
July	221.7	27.00	217.3	200.1	4868	4700	11.87	11.46
August	195.3	26.70	205.9	188.3	4597	4438	11.83	11.42
September	147.3	22.50	173.6	152.9	3826	3694	11.67	11.27
October	105.7	17.60	140.1	114.0	2979	2872	11.26	10.86
November	64.2	12.00	93.3	69.7	1898	1824	10.78	10.36
December	53.3	7.60	83.8	59.9	1673	1606	10.58	10.16
Year	1610.3	16.24	1838.0	1584.4	40866	39423	11.78	11.37

Εικόνα 6.34: Μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία, παραγώμενες κιλοβατόρες με και χωρίς απώλειες.

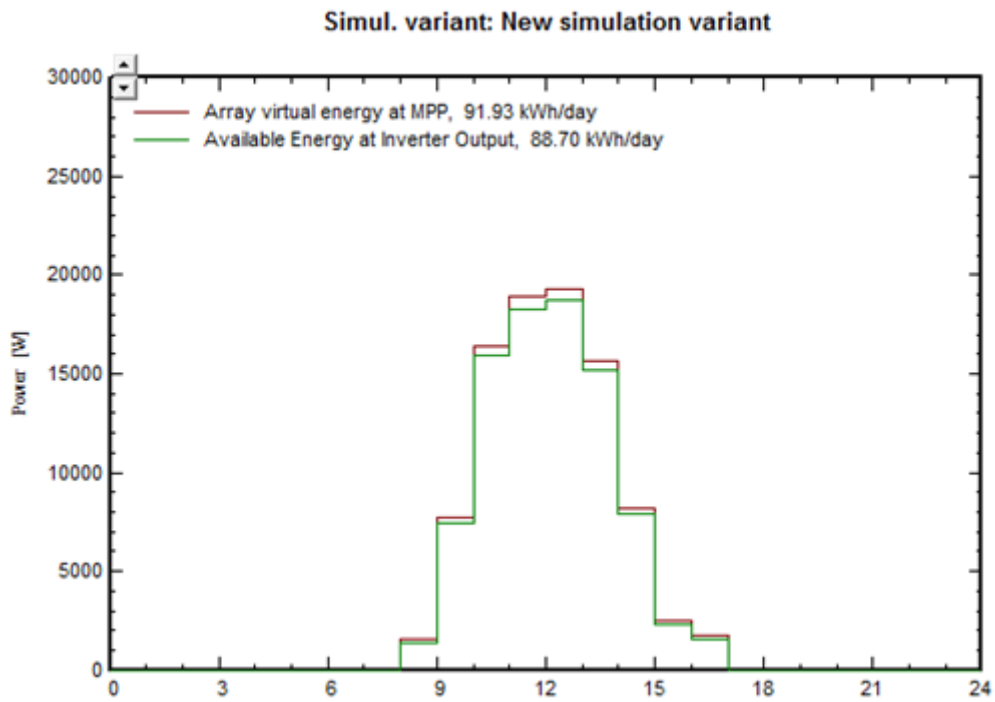
Simulation variant : New simulation variant

Close Print Export Help

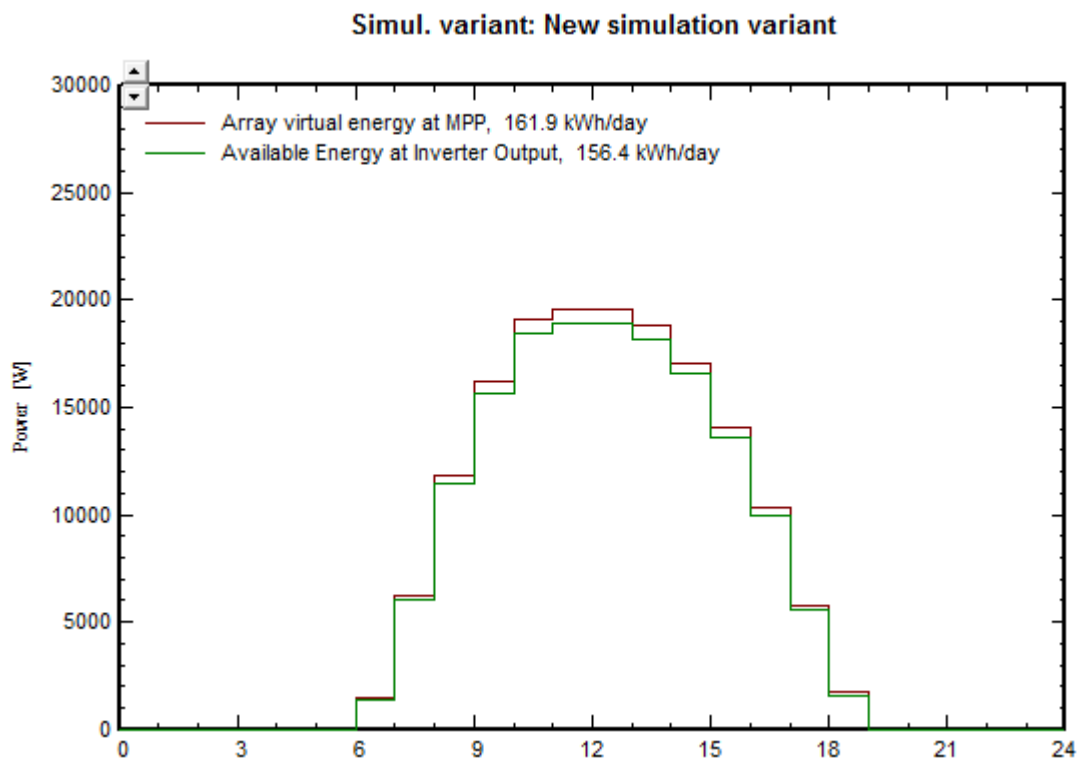
**New simulation variant**  
**Monthly Hourly sums for E\_Grid [kWh]**

	0H	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H	20H	21H	22H	23H
January	0	0	0	0	0	0	0	0	28	176	342	374	395	372	253	92	51	1	0	0	0	0	0	0
February	0	0	0	0	0	0	0	0	57	225	316	383	400	378	303	166	68	19	0	0	0	0	0	0
March	0	0	0	0	0	0	0	43	165	306	399	460	501	510	447	305	156	59	1	0	0	0	0	0
April	0	0	0	0	0	0	7	109	240	343	438	483	496	484	435	334	212	92	11	0	0	0	0	0
May	0	0	0	0	0	0	33	166	308	418	501	504	526	507	453	367	260	129	29	0	0	0	0	0
June	0	0	0	0	0	0	39	174	317	435	517	554	572	561	515	432	316	170	45	3	0	0	0	0
July	0	0	0	0	0	0	29	162	318	446	529	588	577	568	520	443	325	173	50	3	0	0	0	0
August	0	0	0	0	0	0	9	139	306	451	539	573	582	551	491	391	266	119	21	0	0	0	0	0
September	0	0	0	0	0	0	1	100	262	381	481	502	517	501	436	294	159	59	1	0	0	0	0	0
October	0	0	0	0	0	0	0	51	190	324	403	448	446	448	323	154	76	10	0	0	0	0	0	0
November	0	0	0	0	0	0	0	1	62	216	290	326	331	306	180	76	36	0	0	0	0	0	0	0
December	0	0	0	0	0	0	0	0	28	150	275	297	317	272	169	70	28	0	0	0	0	0	0	0
Year	0	0	0	0	0	0	119	945	2280	3872	5029	5461	5661	5460	4526	3123	1953	830	159	5	0	0	0	0

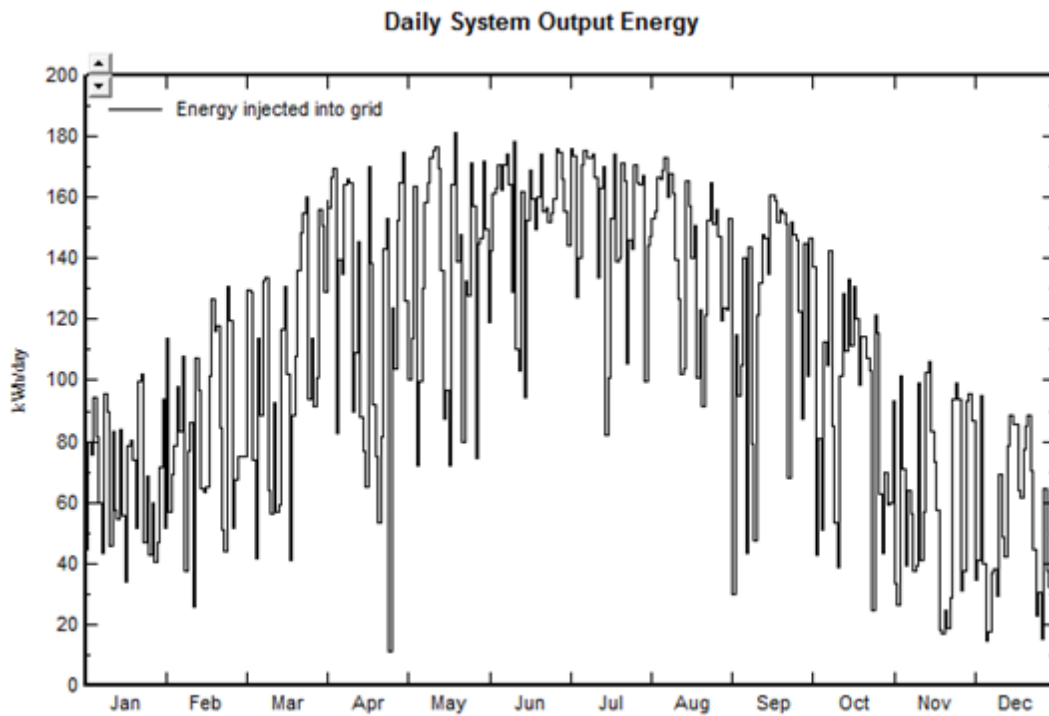
Εικόνα 6.35: Ωριαία ποσά παραγωγής για κάθε μήνα.



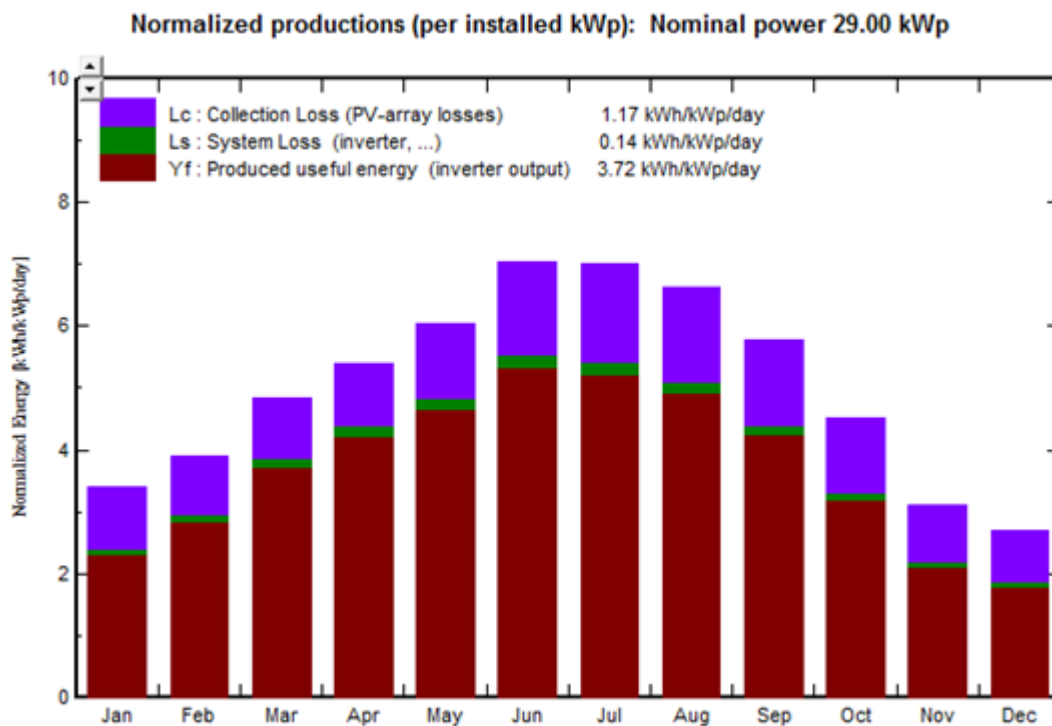
**Εικόνα 6.36:** Διάγραμμα για το χειμερινό ηλιοστάσιο.



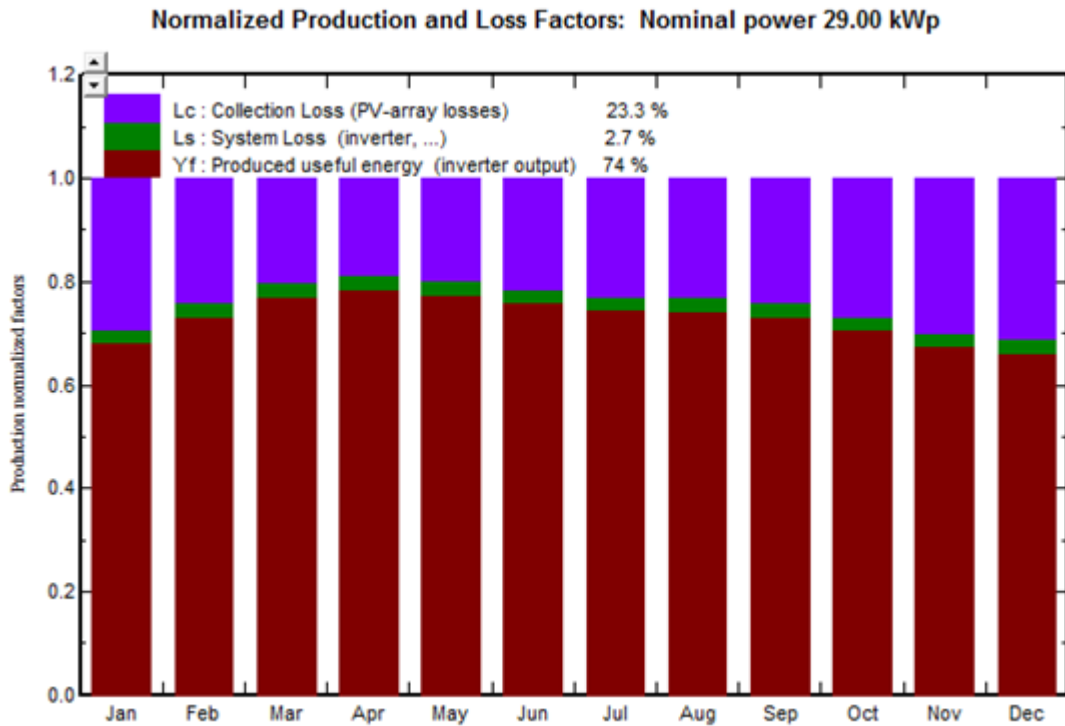
**Εικόνα 6.37:** Διάγραμμα για το Εαρινό ηλιοστάσιο.



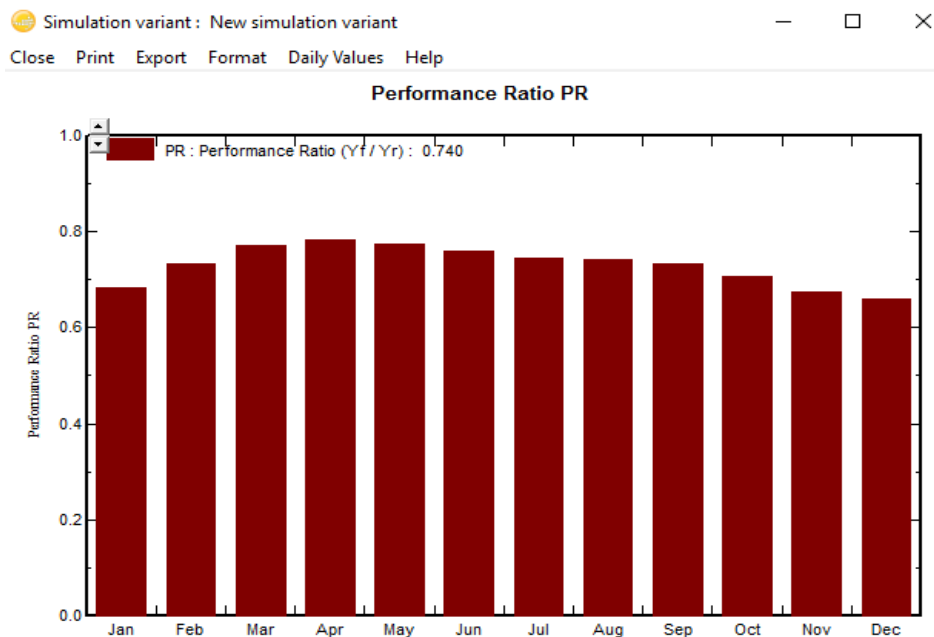
Εικόνα 6.38: Διάγραμμα Ημερήσιας παραγωγής ενέργειας για όλο το έτος



Εικόνα 6.39: Τιμές κανονικοποιημένης παραγωγής ενέργειας σε απόλυτη αλλά και το ποσοστό τους



**Εικόνα 6.40:** Τιμές κανονικοποιημένης παραγωγής ενέργειας σε απόλυτη αλλά και το ποσοστό τους



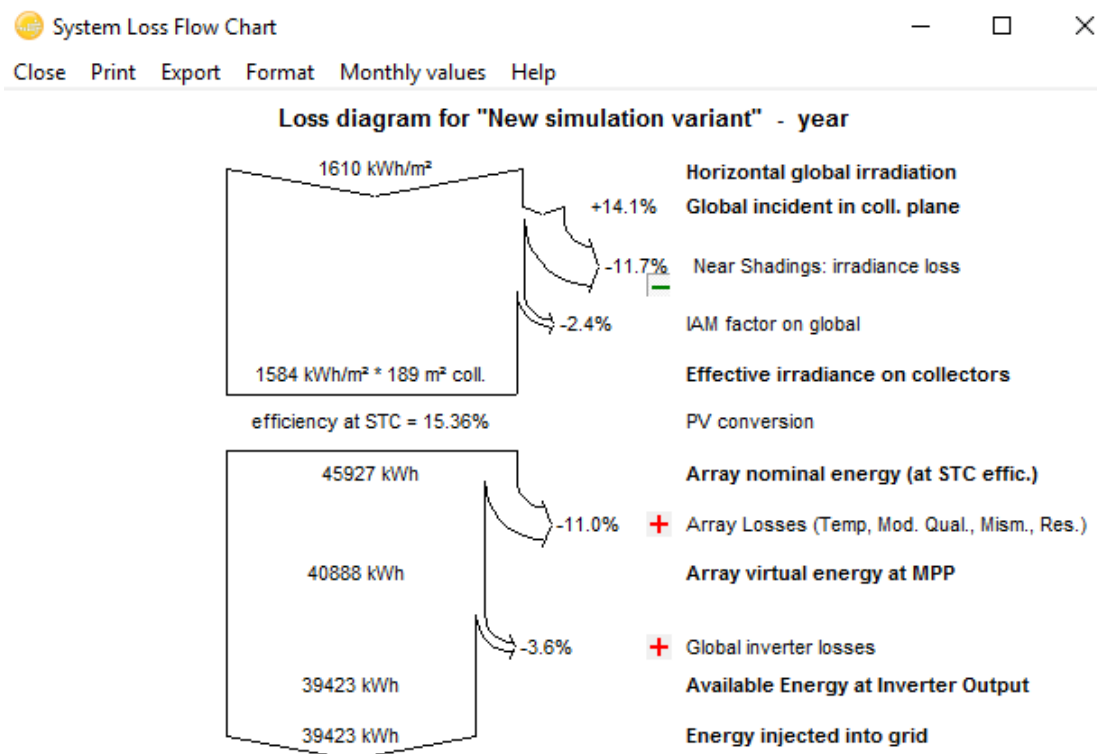
**Εικόνα 6.41:** Διάγραμμα μηνιαίου βαθμού απόδοσης

Ο συνολικό συντελεστής απόδοσης του φ/β συστήματος (Performance Ratio) είναι:

$$PR = Y_f / Y_r = 0,740$$



όπου System Yield (Yf) είναι εξερχόμενη από τον αναστροφέα ηλεκτρική ενέργεια και Reference system Yield (Yr) είναι η ιδανική χωρίς απώλειες ηλεκτρική ενέργεια.



**Εικόνα 6.42:** Συνολικό ετήσιο διάγραμμα απωλειών

Έπειτα επιλέχθηκε η επιλογή Report εξάγοντας αρχεία pdf αναφοράς της εγκατάστασης αναφέροντας: Στην πρώτη σελίδα τα γεωγραφικά στοιχεία, τον προσανατολισμό, τα χαρακτηριστικά των φ/β πλαισίων και τη διαστασιολόγηση με τους μετατροπείς. Στην δεύτερη σελίδα αναφέρονται οι απώλειες των καλωδιώσεων. Στην τρίτη σελίδα φαίνεται η προσομοίωση του πάρκου, οι απώλειες λόγω σκίασης σε σχέση με το ύψος του ήλιου. Στην τέταρτη σελίδα αναφέρεται η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας ανά έτος με τα ποσοστά των απωλειών τους.

PVSYST V6.47		07/09/16	Page 1/5
<b>Grid-Connected System: Simulation parameters</b>			
<b>Project :</b>	<b>Square George</b>		
<b>Geographical Site</b>	<b>Patras</b>	<b>Country</b>	<b>Greece</b>
<b>Situation</b>	<b>Latitude</b> 38.3°N	<b>Longitude</b>	21.7°E
<b>Time defined as</b>	<b>Legal Time</b> Time zone UT+2	<b>Altitude</b>	4 m
<b>Meteo data:</b>	<b>Patras</b>	<b>NASA-SSE - Synthetic</b>	
<b>Simulation variant : New simulation variant</b>			
	<b>Simulation date</b>	02/09/16 15h29	
<b>Simulation parameters</b>			
<b>Collector Plane Orientation</b>	<b>Tilt</b> 25°	<b>Azimuth</b>	0°
<b>Models used</b>	<b>Transposition</b> Perez	<b>Diffuse</b>	Perez, Meteonorm
<b>Horizon</b>	Free Horizon		
<b>Near Shadings</b>	Linear shadings		
<b>PV Arrays Characteristics (4 kinds of array defined)</b>			
<b>PV module</b>	SI-mono	<b>Model</b>	Mono 250 Wp 60 cells
<b>Original PVsyst database</b>		<b>Manufacturer</b>	Generic
<b>Sub-array "Sub-array #1"</b>			
<b>Number of PV modules</b>	<b>In series</b>	13 modules	<b>In parallel</b> 2 strings
<b>Total number of PV modules</b>	<b>Nb. modules</b>	26	<b>Unit Nom. Power</b> 250 Wp
<b>Array global power</b>	<b>Nominal (STC)</b>	6.50 kWp	<b>At operating cond.</b> 5.76 kWp (50°C)
<b>Array operating characteristics (50°C)</b>	<b>U mpp</b>	352 V	<b>I mpp</b> 16 A
<b>Sub-array "Sub-array #2"</b>			
<b>Number of PV modules</b>	<b>In series</b>	8 modules	<b>In parallel</b> 4 strings
<b>Total number of PV modules</b>	<b>Nb. modules</b>	32	<b>Unit Nom. Power</b> 250 Wp
<b>Array global power</b>	<b>Nominal (STC)</b>	8.00 kWp	<b>At operating cond.</b> 7.09 kWp (50°C)
<b>Array operating characteristics (50°C)</b>	<b>U mpp</b>	217 V	<b>I mpp</b> 33 A
<b>Sub-array "Sub-array #3"</b>			
<b>Number of PV modules</b>	<b>In series</b>	13 modules	<b>In parallel</b> 2 strings
<b>Total number of PV modules</b>	<b>Nb. modules</b>	26	<b>Unit Nom. Power</b> 250 Wp
<b>Array global power</b>	<b>Nominal (STC)</b>	6.50 kWp	<b>At operating cond.</b> 5.76 kWp (50°C)
<b>Array operating characteristics (50°C)</b>	<b>U mpp</b>	352 V	<b>I mpp</b> 16 A
<b>Sub-array "Sub-array #4"</b>			
<b>Number of PV modules</b>	<b>In series</b>	8 modules	<b>In parallel</b> 4 strings
<b>Total number of PV modules</b>	<b>Nb. modules</b>	32	<b>Unit Nom. Power</b> 250 Wp
<b>Array global power</b>	<b>Nominal (STC)</b>	8.00 kWp	<b>At operating cond.</b> 7.09 kWp (50°C)
<b>Array operating characteristics (50°C)</b>	<b>U mpp</b>	217 V	<b>I mpp</b> 33 A
<b>Total Arrays global power</b>	<b>Nominal (STC)</b>	29 kWp	<b>Total</b> 116 modules
	<b>Module area</b>	189 m²	<b>Cell area</b> 165 m²
<b>Inverter</b>			
<b>Original PVsyst database</b>		<b>Model</b>	3 kWac Inverter
<b>Characteristics</b>		<b>Manufacturer</b>	Generic
	<b>Operating Voltage</b>	125-440 V	<b>Unit Nom. Power</b> 3.00 kWac
<b>Sub-array "Sub-array #1"</b>	<b>Nb. of inverters</b>	2 units	<b>Total Power</b> 6.0 kWac
<b>Sub-array "Sub-array #2"</b>	<b>Nb. of inverters</b>	2 units	<b>Total Power</b> 6.0 kWac
<b>Sub-array "Sub-array #3"</b>	<b>Nb. of inverters</b>	2 units	<b>Total Power</b> 6.0 kWac

Grid-Connected System: Simulation parameters (continued)

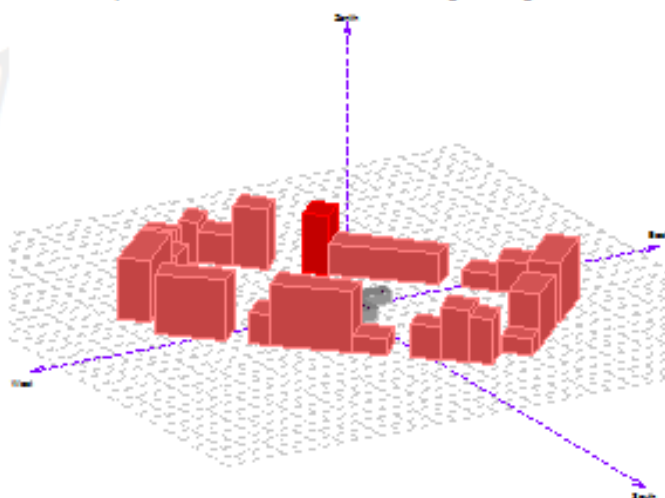
<b>Sub-array "Sub-array #4"</b>	No. of Inverters	2 units	Total Power	6.0 kWac
<b>Total</b>	No. of Inverters	8	Total Power	24 kWac
<b>PV Array loss factors</b>				
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m <sup>2</sup> K	Uv (wind)	0.0 W/m <sup>2</sup> K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1	367 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	113 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	367 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#4	113 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	-0.8 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	$1 - b_0 (1/\cos i - 1)$	b0 Param.	0.05
<b>User's needs :</b>	Unlimited load (grid)			

### Grid-Connected System: Near shading definition

**Project :** Square George  
**Simulation variant :** New simulation variant

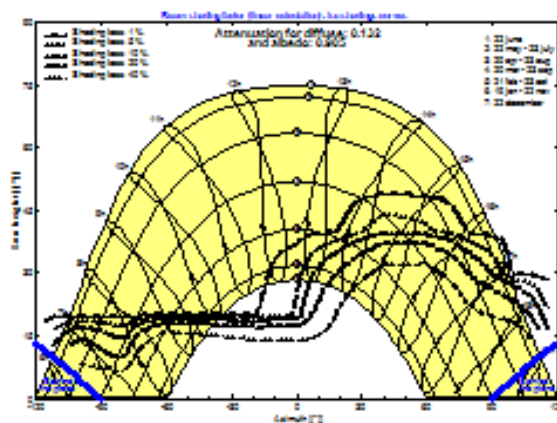
Main system parameters	System type	Grid-Connected	
<b>Near Shadings</b>	Linear shadings		
PV Field Orientation	tilt	25°	azimuth 0°
PV modules	Model	Mono 250 Wp 60 cells	Pnom 250 Wp
PV Array	No. of modules	116	Pnom total 29.00 KWP
Inverter	Model	3 kWac Inverter	Pnom 3000 W ac
Inverter pack	No. of units	8.0	Pnom total 24.00 KWP ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

Square George - Legal Time



PV-syst Evaluation mode

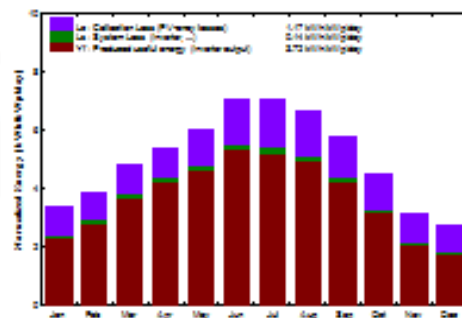
## Grid-Connected System: Main results

Project : Square George  
Simulation variant : New simulation variant

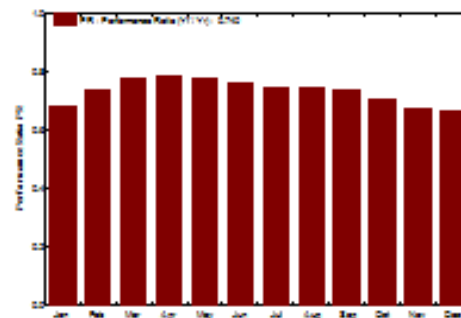
Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	tilt	25°	azimuth 0°
PV modules	Model	Mono 250 Wp 60 cells	Pnom 250 Wp
PV Array	Nb. of modules	116	Pnom total 29.00 kWp
Inverter	Model	3 kWac Inverter	Pnom 3000 W ac
Inverter pack	Nb. of units	8.0	Pnom total 24.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results	System Production	Produced Energy	39.42 MWh/year	Specific prod.	1359 kWh/kWp/year
		Performance Ratio PR	73.96 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 29.00 kWp



Performance Ratio PR



New simulation variant  
Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobDF kWh/m²	E_array MWh	E_Grid MWh	DFArray %	DFSysR %
January	67.0	6.40	105.4	76.7	2.162	2.086	10.88	10.49
February	79.2	6.80	109.1	86.9	2.409	2.316	11.87	11.23
March	123.1	8.70	149.7	126.1	3.472	3.323	12.30	11.87
April	148.2	14.10	191.8	144.9	3.919	3.664	12.30	12.09
May	188.8	18.80	187.0	188.8	4.321	4.201	12.30	11.80
June	219.1	24.10	211.0	194.0	4.814	4.648	12.09	11.67
July	221.7	27.00	217.3	200.1	4.868	4.700	11.87	11.46
August	192.9	24.70	202.9	188.9	4.297	4.138	11.89	11.42
September	147.9	22.20	179.9	122.9	3.828	3.664	11.87	11.27
October	102.7	17.80	140.1	114.0	2.979	2.872	11.29	10.88
November	64.2	12.00	82.2	68.7	1.888	1.824	10.78	10.29
December	22.9	7.60	52.9	29.9	1.079	1.008	10.28	10.16
Year	1410.9	16.24	1828.0	1284.4	40.888	39.423	11.78	11.27

Legend:	GlobHor	Horizontal global irradiation	E_array	Effective energy at the output of the array
	T_Amb	Ambient Temperature	E_Grid	Energy injected into grid
	GlobInc	Global incident in coll. plane	DFArray	Eff. Source array / rough area
	GlobDF	Effective Global, corr. for ILM and shadings	DFSysR	Eff. Source system / rough area

Simulation mode

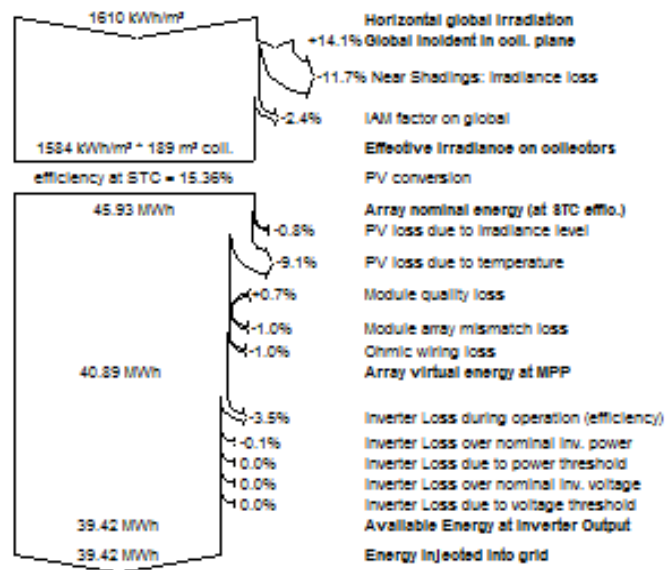


### Grid-Connected System: Loss diagram

**Project :** Square George  
**Simulation variant :** New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	tilt	25°	azimuth 0°
PV modules	Model	Mono 250 Wp 60 cells	Pnom 250 Wp
PV Array	Nb. of modules	116	Pnom total 29.00 kWp
Inverter	Model	3 kWac Inverter	Pnom 3000 W ac
Inverter pack	Nb. of units	8.0	Pnom total 24.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Loss diagram over the whole year



## **6.8 Συμπεράσματα**

Η σύγχρονη εποχή έχει αλλάξει τον τρόπο που άνθρωπος αντιμετωπίζει το περιβάλλον. Απαιτεί διαδικασίες και επιλογές που ξεπερνούν τα συμβατικά μέτρα και συνθέτουν μια πρωτοποριακή αντίληψη για κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα.

Στα πλαίσια αυτής της καινοτόμας προσέγγισης, εμβαθύναμε στο πρόβλημα της ενέργειας και προτείναμε μια λύση αντισυμβατική αλλά και ευεργετική, δίνοντας το παράδειγμα για την έναρξη μιας νέας, ενεργειακά αυτόνομης κοινωνίας. Δεν πρόκειται απλά για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών σε μια επιφάνεια, αλλά για την ολοκληρωμένη ένταξη τους στο χώρο και την εναρμόνιση τους με το περιβάλλον και την ιστορία της πλατείας, που λαμβάνει τα μέγιστα οφέλη χωρίς να πνίγει το τοπίο με μόνο στόχο το ενεργειακό όφελος. Αν και η αρχιτεκτονική μελέτη υπερβαίνει το σκοπό της παρούσας εργασίας, εντούτοις, η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο μίας αρχιτεκτονικά δομημένης και ισορροπημένης εγκατάστασης, που αποσκοπεί επίσης στην εικαστική βελτίωση του χώρου.

Ως εκ τούτου, η συνολική παραγωγή των 29 kwp είναι αρκετή για να εξασφαλίσει πλεονάζον ηλεκτρικό ρεύμα για να μπορεί να πωλείται στη ΔΕΗ και έτσι να μειώνει τις ετήσιες δαπάνες του δήμου για την ηλεκτροδότηση της πόλης.

Δεδομένης της παγκόσμιας τάσης για πράσινη ενέργεια και των ιδανικών συνθηκών του κλίματος της δυτικής Ελλάδος, η σταδιακή εκμετάλλευση των «ελεύθερων» δημόσιων χώρων –πάντα κάτω από το πρίσμα της εικαστικής αρμονίας- θα πρέπει να γίνει μέλημα της δημοτικής αρχής. Σκοπός είναι να αποτελέσει το έναυσμα για μια πανελλαδική αξιοποίηση αντίστοιχων πεδίων, προκειμένου να αλλάξει η κοινωνική προσέγγιση και να ανοίξει ο δρόμος για την ευρύτερη αξιοποίηση του ηλιακού δυναμικού, προς όφελος της κοινωνίας.

## **Βιβλιογραφία**

**Socrates Karlanis, Eleni Karlani** (2012) ,« Renewable Energy Systems» New York

**A. Αθανασούλη, Α. Αραβαντινός, Θ. Βλαστός, Π. Κοσμάκη, Κ. Μπιρμπίλη, Θ. Παπαγιάννης, Ι. Πολύζος, Γ. Σκίκος, Α. Στάμου,** (1999), «Σχεδιασμός Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις και Μέθοδοι Εκτίμησης τους», Τόμος Α, ΕΑΠ, Πάτρα

**Αλεξανδρή Ε.,** (2010), Μετριασμός του φαινόμενου θερμικής νήσου μέσω της φύτευσης δωματίων και όψεων, Τεχνικά χρονικά

**Αλεξανδρή Ε,** (2011), Βιοκλιματικός – Ενεργειακός Σχεδιασμός, ΕΝΕΡ 1, ΙΕΚΕΜ ΤΕΕ, Αθήνα

**Αλεξανδρή Ε., Κράλη Ε., Μαρούγκα Κ.,** (2014), The greening of public spaces in Athens, Choices for a city in crisis. 5<sup>th</sup> International Renewable and Clean Energy Conference, Yerevan, 24-25 Οκτωβρίου, 2013

**Ανανιάδου - Τζημοπούλου Μ.,** (1992), «Σχεδιασμός Τοπίου και Αστικών Υπαίθριων Χώρων στη Θεσσαλονίκη», Τεχνικά Χρονικά Α, Τόμος 12, Τεύχος 4, ΤΕΕ

**Ανανιάδου - Τζημοπούλου Μ.,** (1997), «Αρχιτεκτονική Τοπίου - Σχεδιασμός Αστικών Χώρων – Κριτική και Θεωρία, Σύγχρονες Τάσεις Σχεδιασμού Τοπίου», Εκδόσεις Ζήτη

**Αντωνίου Κατερίνα,** (2009), «Φυτεμένα Δώματα: Παράδειγμα θεωρητικής εφαρμογής σε κτίριο Σ.Χ. ΠΟΛ. ΜΗΧ. Ε.Μ.Π. Ζωγράφου», Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα

**Αραβαντινός Α.,** (1997), «Πολοδομικός Σχεδιασμός: Για μια Βιώσιμη Ανάπτυξη του Αστικού Χώρου», Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα

**Αραβαντινός Α., Κοσμάκη Π.,** (1988), Υπαίθριοι Χώροι στην Πόλη, εκδόσεις ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ

**Ανδρεαδάκη, Ε.** (2006), Βιοκλιματικός σχεδιασμός: Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, University Studio Press, Θεσσαλονίκη

**Αίσωπος Γ., Σημαιοφορίδης Γ.,** (2001), « Ησύγχρονη ελληνική πόλη», “The contemporary (Greek) city”, εκδόσεις ΜΕΤΑΠΟΛΙΣ

**Αυγελής Αριστοτέλης,** (2009), Σεμινάριο Τ.Ε.Ε.: Τεχνικές βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων

**Γεωργίου Κ.** (1999), «Χλωρίδα και βλάστηση, Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές περιβάλλον», Τόμος Α, Ε.Α.Π.

**Γιοντζή Ελένη,** (2009), «Τεχνικοοικονομική αξιολόγηση Φ/Β συστημάτων 100 kWp στην Ελλάδα σύμφωνα με το νέο νομοθετικό πλαίσιο», Διπλωματική εργασία, Ε.Α.Π., Πάτρα

**Δήμος Ρεθύμνης, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών,** (2011), Τεχνική έκθεση - Μελέτη εφαρμογής για «Βιοκλιματικές Αναβαθμίσεις Ανοικτών Δημόσιων Χώρων Δ. Ρεθύμνης (Δυτικό Παραλιακό Μέτωπο)», Ρέθυμνο

**Ευαγγελινός Ε.,** (2001), Μέθοδοι και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας με βιοκλιματικό σχεδιασμό, υποκεφ. Άνεση, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Περιβάλλοντος Χώρου, Τόμος Α, Ε.Α.Π.

**Εμμανουήλ Δ.,** (1999), «Πληθυσμός και οικονομικές δραστηριότητες, Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον», Τόμος Β1, Ε.Α.Π.

**Ευθυμιάπουλος Η.,** (2000), Οικολογική Δόμηση, Ελληνικά γράμματα, Αθήνα

**Ζερβός Αρθούρος,** (2006), « Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», Αθήνα

**Κ. Αβδελίδη,** (2004), « Κοινωνική θεώρηση στο σχεδιασμό των Υπαίθριων Χώρων», «Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces» - «Σχεδιασμός Υπαίθριων αστικών χώρων με βιοκλιματικά κριτήρια», Κ.Α.Π.Ε.

**Κ. Αξαρή, Σ. Γιαννάς, Ε. Ευαγγελινός, Η. Ζαχαρόπουλος, Ν. Μάρδα,** (2001) «Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και περιβάλλοντος χώρου», τόμος Α Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων, ΕΑΠ, Πάτρα.

**Σ. Αμούργης, Π. Κοσμάκη, Δ. Λουκόπουλος, Ε. Στρουσοπούλου, (2004),** «Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοικτών Χώρων», Τόμος Β', Αρχές Οικολογικού Σχεδιασμού, ΕΑΠ, Πάτρα

**Σ. Αμούργης, Σ. Γιαννάς, Ε. Ευαγγελινός, Ν. Καλογεράς, Ν. Καλογήρου, Ρ. Helmle, (2001),** «Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοικτών Χώρων», Τόμος Α', Περιβαλλοντική Τεχνολογία, ΕΑΠ, Πάτρα

**Καλδέλης Ι., Κ. Καβαδιάς, (2001),** Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας, Αθ. Σταμούλης, Αθήνα

**Κατσαμπούλας Α., (2011),** Ιστορική Αναδρομή και Πολεοδομική Εξέλιξη της πόλεως των Πατρών, Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Φεβρουάριος, Αθήνα

**Κ.Α.Π.Ε.,** Βιοκλιματικός σχεδιασμός, ( [www.cres.gr](http://www.cres.gr))

**Καψανάκη Ελένη, (2006),** Περιβαλλοντικές Συνιστώσες του Σχεδιασμού και της Οικιστικής Ανάπτυξης, Ε.Μ.Π. - Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Δ.Π.Μ.Σ – Αρχιτεκτονική και Σχεδιασμός του Χώρου, Αθήνα

**Κράνας Βασίλης, (2006),** «Η Συμβολή του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού των Ανοικτών Χώρων στη Βελτίωση του Περιβάλλοντος του Αστικού Ιστού. Μελέτη Περίπτωσης: Ο αστικός ιστός και οι υπαίθριοι χώροι στην κεντρική περιοχή της Θεσσαλονίκης», Διπλωματική εργασία, Ε.Α.Π., Πάτρα

**Κομνίτσας Κ., Μπελαβίλας Ν., Πολύζος Γ., (2001),** «Εξυγίανση χώρων και αποκατάσταση από προγενέστερες ειδικές χρήσεις και λειτουργίες, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Περιβάλλοντος Χώρου», τόμος Β, Ε.Α.Π.

**Κορωναίος Αι., Γ. Πουλικάκος, (2006),** Τεχνικά Υλικά: Τόμος 1, Ε.Μ.Π., Αθήνα

**Κοσμάκη Π., (2002),** «Για μια στρατηγική σχεδιασμού βιώσιμων υπαίθριων χώρων στην Πόλη», Πρακτικά 10ου Αρχιτεκτονικού Πανελληνίου Συνεδρίου, ΤΕΕ, Αθήνα



**Κοσμάκη Π.**, «Προς μια πολιτική σχεδιασμού δημοσίων υπαίθριων χώρων στο Λεκανοπέδιο της Αθήνας», Περιοδική έκδοση «Πυρφόρος», Τεύχος 1/1998

**Κοσμάκη Π., Λουκόπουλος Δ.**, (2004), Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Ανοικτών Χώρων, Τόμος Β, Αρχές Οικολογικού Σχεδιασμού

**Κουρεμένου Δ., Αντωνοπούλου Κ.**, (1984), Θερμοκρασιακά χαρακτηριστικά 35 Ελληνικών πόλεων, Β. Σελλούντος, Αθήνα

**Κουρεμένου Δ., Αντωνοπούλου Κ.**, (1985), Η σχετική υγρασία σε 40 περιοχές της Ελλάδας, Β. Σελλούντος, Αθήνα

**Κωνσταντινίδου**, (2008), Βιοκλιματική αρχιτεκτονική και ενεργειακός σχεδιασμός, ΤΕΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα

**Μίχου Μαρία**, (2011), «Τεχνική έκθεση και Τεχνική περιγραφή φυτοτεχνικής μελέτης (Φ1) για την Ανάπλαση και την Βιοκλιματική Αναβάθμιση του κέντρου της Αμαλιάδας», Δεκέμβριος 2011, Αθήνα

**Μπαμπαλή Κωνσταντίνα**, (2011), «Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις σε Κτίρια», Διπλωματική εργασία, Ε.Μ.Π., Αθήνα

**Μπαμπινιώτης Γ.**, (2002), Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας: Με σχόλια για την σωστή χρήση των λέξεων , Β΄ Έκδοση, Κέντρο Λεξικολογίας, Αθήνα

**Νικολάου Κ.**, (1999), «Ανθρωπογενείς δραστηριότητες και μορφές περιβαλλοντικής όχλησης, Ρύποι και απόβλητα, Εισαγωγή στο Φυσικό και Ανθρωπογενές Περιβάλλον», Τόμος Β2, Ε.Α.Π.

**Νικολοπούλου Μ.**, (2001), Μικροκλίμα και η χρήση του υπαίθριου χώρου στο δομημένο περιβάλλον, ΚΑΠΕ, Πικέρμι

**Νικολοπούλου Μ.**, (2004), Σχεδιασμός υπαίθριων αστικών χώρων με βιοκλιματικά κριτήρια, ΚΑΠΕ, Πικέρμι

**Ξενάκη Ε.**, (2010), «Η δημιουργική κατασκευή του υπαίθριου χώρου», Κτίριο, 10/2010, σελ. 110 – 126

**Οδηγός ενεργειακού σχεδιασμού, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική και εξοικονόμηση ενέργειας**, εκδόσεις Κτίριο Ε.Π.Ε., Θεσσαλονίκη 2011

**Οδηγός μελετών**, (2011), Πρόγραμμα Βιοκλιματικών Αναβαθμίσεων Δημόσιων Ανοιχτών Χώρων ([http://www.cres.gr/kape/Scientific\\_Guide\\_19\\_7.pdf](http://www.cres.gr/kape/Scientific_Guide_19_7.pdf) )

**Οικονομόπουλος Κ.**, (1975), Θεωρητική και εφηρμοσμένη φωτοτεχνία, Τεχνική εκλογή, Αθήνα

**Ούτος Ι. Παναγιώτης**, (2012), «Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων πολιτιστικών χώρων. Μελέτη περίπτωσης το “ Κέντρο Πολιτισμού Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος “ στην περιοχή του Φαλήρου», Διπλωματική εργασία, Ε.Α.Π., Αθήνα

**Παπαδόπουλος Μ.**, (1979), Θερμομόνωση κτιρίων, Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη, Αθήνα

**Περδίδος Σ.**, (2009), Ηλιακές εγκαταστάσεις, ΤΕΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα

**Πολυχρονόπουλος Δ.**, (2002), «Η ένταξη βιοκλιματικών αρχών στον αστικό σχεδιασμό. Ο έλεγχος του ηλιασμού και του σκιασμού στον αστικό ιστό», Ε.Μ.Π. Διδακτορική διατριβή, 2002

**Στεφανακάκη Τριανταφυλλιά**, (2013), «Ενσωματωμένα Φωτοβολταϊκά συστήματα σε ενεργειακά κελύφη κτιρίων», Διπλωματική εργασία, Ε.Α.Π., Πάτρα

**Τζαγδής Χαράλαμπος**, (2014), «Ενεργειακή αξιολόγηση τεχνικών ανάπλασης εξωτερικών δημόσιων χώρων», Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης – Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος

**Τζανακάκης Ε.**, (2011), Περιβαλλοντικές παρεμβάσεις σε υπαίθριους χώρους, ΚΑΠΕ, Πικέρμι

**Τζεκάκης Μ., Τσιμίκας Ν.**, (2002), Πολεοδομική ηχοπροστασία, University Studio Press, Θεσσαλονίκη

**Τζώρτζη Τ., Σαρίκου Σ.,** (2010), Ενοποίηση και σχεδιασμός μικρών αστικών χώρων με βιοκλιματικές συνθήκες,  
<http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=13861>

**Τ.Ο.ΤΕΕ 20702 – 5/2010** Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος ( 20702 – 5/2010 ). Βιοκλιματικός Σχεδιασμός κτιρίων, Αθήνα

**Τοπάλης Φ., Οικονόμου, Σκουρτέση Λ.,** (2010), Φυτοτεχνία, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη

**Τριανταφύλλου Α.,** (2011), Δομικά Υλικά, 9<sup>η</sup> έκδοση, Πάτρα

**Τσαρτσάλη Χρ. Ευαγγελία,** (2011), «Συμβολή στον σχεδιασμό αστικών υπαίθριων χώρων με βιοκλιματικά κριτήρια», Διπλωματική εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα

**Τσατσαρώνης Ν.,** (2008), Σχεδιασμός αστικού πρασίνου. Βελτίωση των υφιστάμενων χώρων πρασίνου με βάση τις αρχές του περιβαλλοντικού σχεδιασμού. Μελέτη περίπτωσης: Φάρσαλα, ΕΑΠ , Πάτρα

**Τσίγκας Ε.,** (1996), Ενέργεια στην αρχιτεκτονική: Το Ευρωπαϊκό εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια, Μαλλιάρης - παιδεία για την Ευρωπαϊκή επιτροπή, Θεσσαλονίκη

**Τσικαλουδάκη Κ., Χρυσομαλλίδου Ν., Θεοδοσίου Θ., Στάθης Β.,** (2002), Συγκριτική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών συνθηκών σε ελεύθερους αστικούς χώρους στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

**Τσίππρας Κ., Τσίππρας Θ.,** (2005), Οικολογική αρχιτεκτονική: Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική, Κέρδος, 7<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα

**Τσιρώνη Ν.,** (1989), Κοινωνικός ρόλος και ζωή των πλατειών της Αθήνας, “Η νεοελληνική πόλη” Επιμέλεια Guy Burgel, Εξάντας

**Τσίτουρα Μαριάννα, Παπαδάκη Αφροδίτη, Βακάλης Περικλής, Ευθυμίου Γιώργος,** (2012), Τεχνική έκθεση για «Ανάπλαση κεντρικής πλατείας Βαρύπετρου Δ.Ε. Θερμοσού», Αριθμός μελέτης: 46/2012, Χανιά

**Φραγκιαδάκης Ι.Ε.,** (2006), Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη

**Χατζηδημητρίου Α., Αξαρχή Κ., Γιάννας Σ.,** (2008), «Επίδραση των υλικών επίστρωσης των αστικών υπαίθριων χώρων στη διαμόρφωση του μικροκλίματος», Πρακτικά του 1<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου του ΤΕΕ « Δομικά Υλικά και Στοιχεία », 21-23 Μαΐου, Αθήνα

**Χρυσομαλλίδου Ν, Θεοδοσίου Θ, Τσικαλουδάκη Κ,** (2010), Αειφόρος ανάπτυξη ελεύθερων χώρων σε αστικό περιβάλλον, Εργαστήριο Οικοδομικής & Δομικής Φυσικής, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

**A. Mostaedi,** (2003), "Urban Spaces", Carles Broto & Josep Ma Minguet - Monsa, Barcelona, Spain

**Achard P., Lohr A., Mitja A., Martin de Wit,** (1996), Ενέργεια στην αρχιτεκτονική: Το Ευρωπαϊκό Εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά Κτίρια, Ελληνική επιμέλεια Ερωτόκριτου Π. Τσίγκα, Μαλλιάρης – παιδεία

**Akbari H.,** (1992), The Urban Heat Island: Causes and Impacts, Washington U.S. Environmental Protection Agency

**ASHRAE HANDBOOK,** (2001), Fundamentals, SI Edition, Atlanta

**ASHRAE HANDBOOK,** (2003), Fundamentals, SI Edition, Atlanta

**Brundtland G.H.,** (1987), Our common Future, Press Editor, United Nations World Commission and Development

**Cengel Y., Boles M.,** (2003), Θερμοδυναμική για Μηχανικούς: Τόμος Α, Επιμέλεια μετάφρασης Π. Τσιακάρας, εκδόσεις Α. Τζιόλα, Θεσσαλονίκη

- Cengel Y.**, (2005), Μεταφορά θερμότητας: Μια Πρακτική Προσέγγιση. Τζιόλα
- ECOCITY σε συνεργασία με την ΕΕΔΕ**, (2010), Εσπερίδα με θέμα «Το φαινόμενο της Θερμικής Νησίδας» ( ομιλητές: Κωνσταντίνος Γκάρτζος, Κλέα Κατσουγιάννη – συντονίστρια, Ματθαίος Σανταμούρης, Αλέξανδρος Κουλίδης )
- Goulding J., Lewis O., Steemers T.**, (1994), Ενεργειακός σχεδιασμός, Εισαγωγή για αρχιτέκτονες, Ελληνική επιμέλεια Ερωτόκριτου Π. Τσίγκα, Μαλλιάρης – παιδεία
- Hansen J., Christiansen S., Wiking M. and M. Jastrup**, (2012), «Guide to Copenhagen 2025» (<http://www.sustainia.me/wp-content/uploads/2012/06/CPH-2025.pdf>)
- Hazari P.**, (2008), Designing the High Line Gansevoort Street to 30<sup>th</sup> Street, Finlay Printing LLC, New York
- Howell R., Sauer H., Coad W.**, (1998), Principles of Heating Ventilating and Air Conditioning, ASHRAE, Atlanta
- Lady Allen of Hurtwood Fila**, (1968), “Planning for play”, Thames and Hudson, London
- Houlberg C.**, (1976). An introduction to wind environment part I: Living fences and windscreens with commented stock of bibliography, 2nd edition. (In Danish): The Royal Danish Academy of Fine Arts, Copenhagen
- Houlberg C.**, (1979). An introduction to wind environment part II: Wind and shelter in built-up areas with commented stock of bibliography for BSA. (In Danish): The Royal Danish Academy of Fine Arts, Copenhagen
- Marzia**, (1979), Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και περιβάλλοντος χώρου
- Olgay V.**, (1962), Design with climate: Bioclimatical approach to architectural regionalism, Princeton University Press, New Jersey
- P. Hall**, (1992), “Urban and Regional Planning”, Routledge, Third Edition, London



**Rohsenow W., Hartnett J., Cho Y., (1998),** Handbook of Heat Transfer, Third Edition, Mc Graw – Hill Handbooks, United States

**T. Honjo T, (2009),** “Thermal Comfort in Outdoor Environment”, Faculty of Horticulture, Chiba University,13/2009, Matsudo-shi, Chiba 271-8510, Japan

**Young H., (1994),** Πανεπιστημιακή Φυσική: τόμος Α, μετάφραση – επιμέλεια από ομάδα πανεπιστημιακών, Παπαζήση

### ➤ **Δικτυακοί τόποι**

- [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Apr08.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Apr08.pdf)
- [http://www.helapco.gr/library/PV\\_Guide\\_Jan11.pdf](http://www.helapco.gr/library/PV_Guide_Jan11.pdf)
- <http://www.earthscan.co.uk/Portals/0/Files/Sample%20Chapters/9781844074426.pdf>
- <http://www.selasenergy.gr>
- <http://www.s-ol-ar.gr>
- [http://www.hellascams.gr/grc/products/solar\\_panel/pv\\_fundamentals.html](http://www.hellascams.gr/grc/products/solar_panel/pv_fundamentals.html)
- [www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima\\_2014.pdf](http://www.digital-in.info/e-tomeas/images/stories/.../mikroklima_2014.pdf)
- <http://www.snfcc.org/the-stavros-niarchos-park/overview/?lang=el>
- [http://www.cres.gr/kape/Scientific\\_Guide\\_19\\_7.pdf](http://www.cres.gr/kape/Scientific_Guide_19_7.pdf)
- <http://www.sustainia.me/wp-content/uploads/2012/06/CPH-2025.pdf>
- <http://ecosistemaurbano.com/portfolio/bioclimatic-improvement-strategies-for-public-spaces/>
- <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>
- <http://www.islandnet.com/-see/weather/elements/citywind.html>
- <http://info.cat.org.uk/questions/wind/where-should-i-put-wind-turbine>
- <http://naturesenergycompany.com/is-wind-right-for-you.html>
- <http://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/4>
- <http://www.eurometeo.com/english/read/docs-heat>
- <http://www.mechanicalsolutions.gr/heating-cooling-roof-tabs.html>
- <http://www.typosthes.gr>
- <http://parallaximag.gr>

- <http://press724.gr>
- <https://www.mediamuse.gr>
- <http://www.hnms.gr>
- [https://el.wikipedia.org/wiki/Πλατεία\\_Γεωργίου\\_Α΄](https://el.wikipedia.org/wiki/Πλατεία_Γεωργίου_Α΄)
- <http://thisispatra.com>
- [http://urbanenigmas.blogspot.gr/2015/04/blog-post\\_29.html](http://urbanenigmas.blogspot.gr/2015/04/blog-post_29.html)
- <http://paliapatra.gr/index.php?/category/87>
- <http://www.panoramio.com/user/3049317/tags/PATRA>
- <http://dete.gr/>
- <https://antoniou24.skrouzstore.gr>
- <http://www.noratex.gr/newpdfgr/odofotismos.pdf>
- <https://solarchargingstation.net/#prettyPhoto>
- [http://www.epoli.gr/fwtoboltaiko-dentro-technologiko-thayma-a-81568.html?category\\_id=95](http://www.epoli.gr/fwtoboltaiko-dentro-technologiko-thayma-a-81568.html?category_id=95)
- <http://www.klfsystems.gr/>
- <http://www.trikalaola.gr/Τοπικά/to-φωτοβολταϊκό-δέντρο-πήρε-θέση-στα-τ/>
- <http://www.eicsolutions.com/>
- <http://www.selasenergy.gr>
- [http://www.georythmiki.gr/κάθετοι\\_κήποι](http://www.georythmiki.gr/κάθετοι_κήποι)
- <http://www.naturalstones.gr>
- [http://www.naturalstones.gr/wp-content/uploads/2014/10/siki\\_03-270x202.jpg](http://www.naturalstones.gr/wp-content/uploads/2014/10/siki_03-270x202.jpg)

### ➤ **Περιοδικά**

**Αρχιτεκτονικό Περιοδικό ΔΟΜΕΣ**, Διεθνής Επιθεώρηση Αρχιτεκτονικής

2/13 « Ξανασκέψου την Αθήνα »

7/12 « Renzo Piano: Χώροι Πολιτισμού και Αναψυχής »

8/9 « Νέες αστικές εμπειρίες »

**Αρχιτεκτονικό Περιοδικό AREA**, Τεύχος 99, « Save Energy »

**Τεχνικό Περιοδικό "Κτίριο"**, Τεύχος 05/2010, «Φυτεμένες Όψεις. Τύποι, κατασκευαστικές λύσεις, συντήρηση», σελ: 98-104

